Guide de prévention



Le nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression





Le nettoyage industriel au jet d’eau sous haute pression

Chargée de projet

Nga Hoang, Direction de la prévention-inspection, CSST

Rédaction du document

Daniel Imbeau, ing., Ph. D., École polytechnique de Montréal
Sylvie Bergeron, B. ing., M. Sc. A., Services conseils en santé et sécurité du travail
En collaboration avec Yves Montpetit, Inf., M. Sc., C.P.E., ErgoExcel inc.

Collaboration

Membres du sous-comité « haute pression » du Comité paritaire de l'environnement

Partie patronale

Maurice Corriveau, Onyx Industries
Michel Dufour, Matrec Environnement inc.
Claude Dumont, Matrec Environnement inc.
Lise Tourangeau Anderson, Sita Québec inc.
(Service Matrec inc. et Matrec Environnement inc.)
Marc Villeneuve, Entretien Industriel Rovan ltée

Partie syndicale

Andrée Bouchard, CSN
Serge Dufour, Matrec Environnement inc.
Robert Dugré, Onyx Industries (FEESP-CSN)
René Guyon, Matrec Environnement inc. (FEESP-CSN)
Michel Thériault, Teamsters S. L. 106 (FTQ)
Serge Trudel, FTQ
Yves Vachon, Onyx Industrie (FEESP-CSN)

CSST

André Aussant, Direction régionale de la Yamaska
André Éthier, Direction régionale des Laurentides
Guy Maltais, Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Autres membres

Éric Charbonneau, Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'environnement (CSMOE)
Maryse Lafrenière, Association sectorielle paritaire – Transport et entreposage (ASTE)

Collaboration spéciale

Les membres du sous-comité « premiers secours – premiers soins »

Coordination

Denise Boutin, Direction des communications, CSST
Pierre Filiatrault, Direction des relations avec les partenaires, CSST

Révision linguistique

Hélène Simard, À point com inc.
Claudette Lefebvre, Direction des communications, CSST

Correction d'épreuves

Nicole Lavallée, Sans faute inc.
Fanny Provençal, Direction des communications, CSST

Photos

Maurice Vézinet (photographie de la page couverture)
Aqua-Dyne
Yves Montpetit

Illustrations

Daniel Imbeau
André Vachon

Conception graphique

Diane Urbain, Direction des communications, CSST

Infographie

André Vachon

Impression

Héon & Nadeau

Suivi d'impression et de distribution

Lise Tremblay, Direction des communications, CSST

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2003

ISBN 2-550-41390-3

Avant-propos

Le secteur du nettoyage industriel regroupe les travailleurs qui font du nettoyage au jet d'eau sous haute pression et du pompage à vide et ceux qui font la récupération, le transfert et l'entreposage des matières résiduelles. Leurs conditions de travail sont souvent considérées comme dangereuses; ils doivent travailler dans des espaces clos, ils manipulent des outils fonctionnant à vide ou sous haute pression et ils sont exposés à de nombreux produits chimiques nocifs.

En mai 2000, la CSST a mis sur pied le Comité paritaire de l'environnement (CPE). Ce comité réunit des représentants des parties patronale et syndicale, les associations sectorielles paritaires du transport et de l'entreposage et celle des affaires municipales, le ministère de la Santé et des Services sociaux, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, le Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'environnement (CSMOE) et la CSST. Il permet aux intervenants du secteur de travailler ensemble pour étudier les risques relatifs à la santé et la sécurité des travailleurs et de trouver des solutions pratiques pour prévenir les lésions professionnelles.

Le CPE a, dès sa création, formé deux sous-comités, composés de représentants d'employeurs et de travailleurs désignés par les entreprises du secteur et les syndicats. S'intéressant au nettoyage au jet d'eau sous haute pression, au pompage à vide et au travail en espace clos, ces sous-comités paritaires avaient pour mandat d'élaborer des procédures et des méthodes de travail uniformes et sûres, de proposer des équipements adaptés aux risques et de suggérer des programmes de formation appropriés pour améliorer les compétences de la main-d'œuvre du secteur.

Le présent guide de prévention *Le nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression* résulte du travail du sous-comité « haute pression ». Il traite particulièrement de tous les aspects du travail de nettoyage au jet d'eau sous haute pression et de leurs conséquences directes ou indirectes sur la santé et la sécurité des opérateurs en nettoyage industriel.

Le CSMOE a élaboré du matériel didactique pour le programme d'apprentissage en milieu de travail du métier d'opérateur en nettoyage industriel. Il s'est inspiré du présent guide de prévention pour traiter des aspects techniques et sécuritaires du travail de nettoyage industriel. Le guide ne cherche toutefois pas à décrire les tâches et les fonctions rattachées à l'exercice du métier d'opérateur en nettoyage industriel. Ce type d'analyse a été effectué par le CSMOE et relève de sa compétence.

À partir du présent guide, le CPE entend produire différents outils de communication pour informer ou former les travailleurs, les entreprises du secteur et les donneurs d'ouvrage quant aux procédures et aux méthodes de travail sécuritaires à appliquer pour prévenir les accidents du travail.

Le CPE s'est fixé d'autres objectifs. Il a récemment formé un sous-comité paritaire sur l'organisation des premiers secours et des premiers soins dans le secteur du nettoyage industriel et il formera bientôt un autre sous-comité qui étudiera les risques du travail et la prévention dans les centres de transfert et d'entreposage. Les liens avec les entreprises clientes ou les donneurs d'ouvrage seront également examinés par le CPE.

Table des matières

Liste des figures et des tableaux

Glossaire et définitions

bar

Unité de pression (système métrique) – 1 bar = 100 kilopascals (kPa) ou 14,5 psi.

Buse (*jet* ou *nozzle*)

Dispositif comportant un ou plusieurs trous par lesquels l'eau est évacuée du système de nettoyage au jet d'eau sous haute pression pour produire le jet d'eau servant au nettoyage. La buse a pour fonction de restreindre l'écoulement de l'eau pour l'amener à la vitesse souhaitée et faire prendre au jet la forme qui convient. Des combinaisons de jets dirigés vers l'avant, l'arrière et les côtés peuvent être utilisées pour contrôler les forces latérales. Également, les buses rotatives peuvent être utilisées pour modifier la distribution du jet d'eau sur la surface à nettoyer.

Chauffeur-opérateur

Membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP qui détient un permis de conduire le véhicule de nettoyage au jet d'eau sous HP.

Coefficient de sécurité

Rapport de la pression d'éclatement sur la pression maximale admissible; il dépend du type d'équipement.

Cohérence du jet d'eau

Propriété du jet qui fait en sorte qu'il reste concentré sur une plus grande distance. Un jet cohérent maintiendra son efficacité nettoyante (ou sa force d'impact) sur une plus grande distance. Le design de la buse et le débit d'eau déterminent la cohérence du jet. Par exemple, une buse couteau produit un jet cylindrique cohérent contrairement à une buse balai qui produit un jet divergent.

EPI

Équipement de protection individuelle.

HP

Haute pression.

Lance (tringle)

Tube rigide utilisé pour éloigner la buse du boyau d'alimentation du porte-buse.

MPa

Mégapascal : unité de pression (système métrique) valant un million de pascals.

Nettoyage à la lance

Application du nettoyage au jet d'eau sous haute pression où une combinaison de lance et de buse est insérée, puis retirée de l'intérieur d'un conduit ou d'un équipement tubulaire pour le nettoyer.

Nettoyage au furet

Application du nettoyage au jet d'eau sous haute pression où une buse fixée directement à un boyau ou à une lance est insérée, puis retirée pour nettoyer un conduit ou un produit tubulaire. Ce système est communément utilisé pour nettoyer les parois intérieures de tuyaux, de tubes ou de drains. Il peut être autopropulsé par le biais de jets d'eau dirigés vers l'arrière et ses caractéristiques de fabrication peuvent être très variées en ce qui a trait à la forme et à la dimension des jets ainsi qu'au nombre de jets dirigés vers l'avant et vers l'arrière.

Nettoyage à l'eau sous haute pression

Utilisation d'eau sous haute pression pour déloger des matières ou des résidus de surfaces variées où la pression du jet d'eau est égale ou supérieure à 1000 psi.

Opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP

Tout travailleur formé et qualifié pour utiliser des équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP (aussi nommé opérateur en nettoyage industriel).

Portée du jet d'eau

La portée est la distance, à partir de la sortie de la buse, sur laquelle le jet maintient son efficacité nettoyante. Un jet cohérent a une plus grande portée. Selon les caractéristiques des équipements utilisés, le jet peut demeurer dangereux sur une distance allant au delà de 15 m (50 pi), bien qu'à cette distance, il ait perdu sa cohérence.

Pression d'épreuve

Pression à laquelle sont contrôlés (vérification initiale, vérification après réparation ou vérification périodique) les équipements et les accessoires utilisés avec un générateur haute pression.

Pression d'éclatement

Pression provoquant la destruction de l'équipement par perforation, rupture ou éclatement.

Pression d'utilisation (ou *d'opération*)

Pression choisie par un opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP pour effectuer le travail.

Pression maximale d'utilisation

Pression maximale à laquelle le générateur HP peut être réglé par un opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP. Cette pression est généralement fixée par le fabricant, car c'est celle qui est prise en compte pour ajuster la soupape de sécurité. Elle peut être réduite volontairement par un opérateur si celui-ci installe à la sortie du groupe, avant tout autre accessoire, un dispositif à soupape indéréglable ou un disque de rupture de capacité inférieure à celle à laquelle a été réglée la soupape installée par le fabricant et conçu pour évacuer la totalité du débit du générateur. Cette pression est celle qui doit être prise en compte pour choisir les équipements et accessoires utilisés pour effectuer le travail.

Pression maximale admissible

Pression maximale sous laquelle il est autorisé d'utiliser une tuyauterie ou un accessoire. La pression maximale admissible d'un boyau ou d'un accessoire doit toujours être supérieure ou égale à la pression maximale d'utilisation de la pompe (ou du générateur HP).

psi

Unité de pression (1 psi = 1 livre par pouce carré).

RSST

Règlement sur la santé et la sécurité du travail (Québec, Décret 885-2001).

Section du jet d'eau

La section est le diamètre du jet à un endroit où il serait coupé par un plan imaginaire : c'est plus ou moins la grosseur du jet (voir la figure 1).

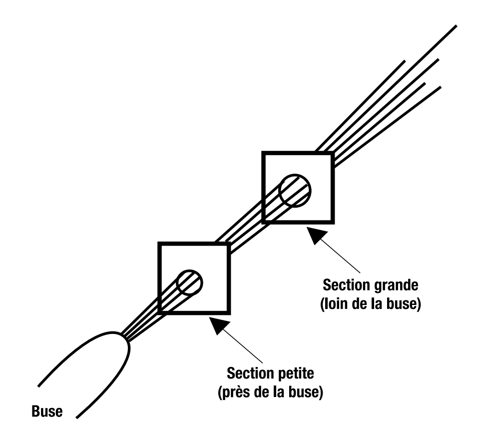


Figure 1. Section du jet selon la distance de la buse

SII

Système d’information sur les interventions.

Système de décharge
(dump system ou *muffler)*

Système permettant d’abaisser la pression du jet d’eau à un niveau se situant considérablement sous celui qui présente un risque. Ce système est actionné manuellement ou contrôlé par l’opérateur qui actionne le jet.

1 Domaines d'application et équipements utilisés

Le principe du nettoyage ou du décapage par l'eau sous haute pression (HP) est basé sur la capacité d'altération des matériaux lorsqu'ils sont soumis à l'action d'un jet d'eau à très grande vitesse. Il est utilisé dans tous les domaines de l'industrie (alimentation, chimie, métallurgie, nucléaire, etc.), des bâtiments, des travaux publics et des services (voirie, assainissement, etc.) pour des applications très variées :

- nettoyage d'installations industrielles de toutes sortes (réservoirs, citernes, tuyauteries, canalisations, faisceaux tubulaires d'échangeurs thermiques, appareils divers des industries alimentaires, chimiques, etc.);
- décapage de surfaces corrodées ou encrassées (nettoyage de la cale d'un navire, nettoyage de pistes d'aéroport, etc.);
- enlèvement de résidus et d'accumulation de dépôts solides (fours, réacteurs chimiques, intérieur de canalisations, etc.);
- décapage de surfaces recouvertes de revêtements, enlèvement de béton malsain, nettoyage des armatures, travaux de démolition (percement d'orifices, etc.).

Il est réalisé au moyen d'équipements élevant la pression de l'eau à un niveau très supérieur à la pression ambiante (dans certaines applications, la pression dépasse aujourd'hui la valeur de 40 000 psi) et forçant son passage dans un conduit de petite dimension, produisant ainsi un jet concentré et extrêmement puissant. Pour certaines applications, la capacité d'érosion du jet est encore augmentée par l'effet abrasif de particules solides véhiculées par l'eau (comme dans le cas du sablage humide).

Le présent document porte sur les équipements ayant **toutes** les caractéristiques suivantes :

- équipements de type industriel stationnaire ou mobile, permettant d'effectuer des travaux de nettoyage ou de décapage par projection d'eau;
- équipements actionnés manuellement (sont donc exclus les équipements commandés à distance ou robotisés);
- équipements fonctionnant à une pression à la sortie de la pompe égale ou supérieure **à 1000 psi (6,9 MPa)**, peu importe le débit;
- équipements produisant des jets de formes variées, avec ou sans addition de particules abrasives;
- équipements utilisés avec l'un des accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP décrits à la section 2.8.

Dans le présent document, la **haute pression** est considérée comme une pression à la sortie de la pompe égale ou supérieure à 1000 psi. Il est important de souligner qu'un jet dont la pression est inférieure à 1000 psi peut causer des blessures graves et nécessite autant de précautions qu'un jet d'eau sous pression plus élevée. Les recommandations du présent document devraient donc être prises en compte pour les opérations de nettoyage industriel à l'eau sous toutes les pressions.

Le présent guide couvre l'information de base portant sur les exigences en matière de personnel, de formation des travailleurs, de mesures de sécurité et de design des équipements de nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression. Il vise à fournir des pratiques concernant l'utilisation sécuritaire de ces équipements, peu importe le secteur industriel touché (municipal, industriel, résidentiel, etc.). Bien qu'il ne traite pas du nettoyage au jet d'eau sous plus faible pression, les recommandations qu'il contient devraient être appliquées chaque fois qu'un risque peut exister. Étant donné les progrès technologiques constants dans le domaine du nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression, ce guide fera l'objet d'une mise à jour périodique.

2 Description des équipements et des accessoires

2.1 Installation type

De la diversité des applications des jets d'eau sous haute pression découle une grande variété d'équipements et de configurations d'installations possibles. La figure 2 présente le schéma fonctionnel type d'une installation.

Toutes les installations observées dans la pratique pourront être considérées comme des variantes plus ou moins simplifiées de ce schéma, certaines des composantes pouvant être très réduites, voire inexistantes.

Soulignons que, peu importe le type d'équipement ou les accessoires utilisés, les recommandations du fabricant quant à leur installation, leur entretien, leur réparation et leur entreposage doivent toujours être respectées. La documentation fournie par le fabricant constitue donc une source d'information indispensable à cet égard.

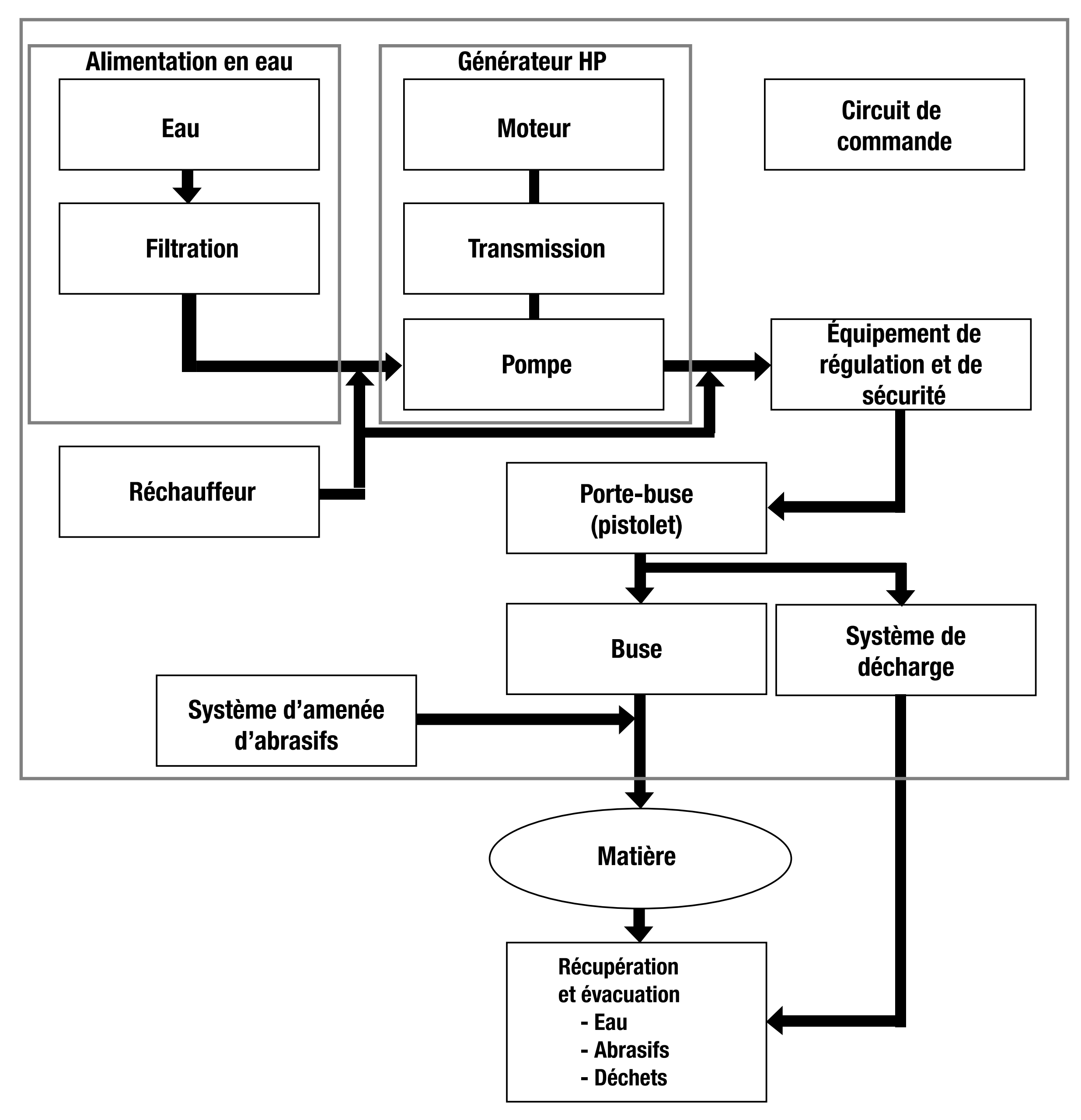


Figure 2. Schéma d'une installation type (adapté de *Équipements à jet d'eau sous haute et très haute pression*, R. Werle, INRS, 1995)



Circuit d’alimentation

Ce circuit comprend une canalisation permettant de raccorder l’appareil à un réseau de distribution d’eau et un ensemble de traitement de l’eau dont l’objectif principal est de retenir les particules en suspension qui pourraient avoir une action abrasive à l’intérieur du circuit de distribution du jet d’eau sous haute pression. Le système de traitement généralement retenu pour les équipements décrits dans ce document est la filtration (arrêt des particules sur un support adapté). Ce système est important puisqu’il permet d’éviter que des particules soient acheminées vers la buse et risquent de la bloquer. S’il y a un risque que l’eau d’alimentation contienne des particules, il faut s’assurer que les éléments filtrants sont correctement entretenus et les améliorer si nécessaire (ex. : l’ajout de filtres de piscine au sable aux équipements existants s’est révélé efficace dans certains cas).

Le circuit d’alimentation doit idéalement comporter une réserve tampon et un dispositif de sécurité en cas de manque d’eau destinés à protéger le matériel (ex. : pour éviter la cavitation) et l’opérateur en nettoyage au jet d’eau sous HP (ex. : pour éviter les à-coups du pistolet ou les coups de fouet des boyaux dus à une perturbation de l’alimentation en eau).



Nature de l’eau utilisée

L’eau est la principale composante du jet sous haute pression. Pour certaines applications, la capacité d’érosion du jet est augmentée par l’effet abrasif de particules solides transportées par l’eau. L’approvisionnement en eau se fait généralement à partir d’un robinet ou d’une borne-fontaine. Dans ce cas, il s’agit habituellement d’eau propre provenant des systèmes d’adduction et de distribution d’eau (aqueducs) municipaux.

L’eau de procédé (eau potentiellement contaminée), l’eau de condensé (eau de refroidissement d’équipements produisant de la chaleur) ou l’eau d’usine (eau de robinet ayant traversé une tuyauterie pouvant être contaminée) peuvent aussi être utilisées comme source d’approvisionnement pour le nettoyage au jet d’eau. Toutefois, compte tenu que ces types d’eau comportent des risques de contamination ou des risques liés à une température trop élevée, on utilisera **chaque fois que c’est possible** l’eau du robinet ou du système d’adduction et de distribution d’eau (eau propre et fraîche).



Eau recyclée

Pour des raisons de coûts liés au traitement des eaux usées, le client demande parfois que la quantité d’eau utilisée pour le nettoyage soit minimisée. Dans ce cas, il peut exiger de récupérer les eaux usées de nettoyage, de les filtrer partiellement, puis de les retourner dans le circuit de nettoyage pour être réutilisées. Selon la durée des travaux, l’eau ainsi recyclée peut devenir fortement contaminée. Cette contamination peut causer une détérioration des équipements de nettoyage.

Le nettoyage manuel effectué en utilisant des eaux recyclées présente des risques sérieux pour la santé et la sécurité des travailleurs, que ce soit à cause des brouillards qu’ils respirent, du risque de blessures par le jet ou du risque accru de bris des équipements (particules étrangères dans le système au delà des filtres). En conséquence, l’utilisation d’eau recyclée est à **prohiber**.



Additifs pour l’eau

L’ajout de solvant ou de détersifs à l’eau de nettoyage améliore les performances du nettoyage dans certaines applications. Cependant, ceci expose les travailleurs à la toxicité possible de ces additifs durant le nettoyage, que ce soit par contact cutané, par la respiration ou par une blessure causée par le jet d’eau. Par conséquent, l’ajout de solvants ou de détersifs dans l’eau de nettoyage pour des opérations manuelles de même que l’utilisation d’équipements commandés à distance sont à **prohiber totalement**.

L’utilisation de solvants ou de dégraissants est acceptable dans la mesure où leur épandage est effectué, avant le nettoyage au jet d’eau, à l’aide d’un système conçu à cette fin.



2.3.3 Récupération de l'eau par le système de décharge

La plupart des pistolets existants comportent un système de décharge (*muffler*) pour évacuer l'eau lorsque le pistolet ne fonctionne pas. Tant que le pistolet n'est pas enclenché, et que le compresseur fournit de l'eau, ce système laisse couler un gros filet d'eau sous faible pression. Dès que le travailleur actionne le pistolet, toute l'eau est dirigée vers la buse. Le système de décharge est essentiel, d'une part pour pouvoir réduire rapidement la pression de sortie de la buse et d'autre part parce que les travailleurs s'en servent périodiquement pour nettoyer leur visière.

Il arrive que certains clients exigent de fixer un boyau au bout du système de décharge pour réduire le volume d'eau sur les lieux du nettoyage. Cette pratique a au moins trois conséquences :

1. Le boyau additionnel accroît le poids du pistolet, ce qui entraîne un effort accru pour le travailleur.

2. Le boyau de récupération constitue un obstacle au sol augmentant les risques de chutes pour le travailleur lorsqu'il se déplace.

3. Le boyau de récupération fait en sorte que les travailleurs perdent l'unique moyen de nettoyer leur visière, ce qui multiplie les risques du point de vue de la santé et de la sécurité du travail.

Dans la mesure du possible, on ne devrait pas utiliser un boyau de récupération de l'eau de décharge étant donné les inconvénients qu'il comporte.



2.3.4 Température de l'eau

L'eau utilisée pour le nettoyage industriel ne devrait pas être à une température supérieure à 60 °C (140 °F) à la sortie de la buse de l'accessoire de projection. On doit utiliser des mélanges d'eau ou un échangeur de chaleur afin d'amener la température de l'eau sous ce niveau.



2.4 Réchauffeur ou échangeur de chaleur

Il est possible d'améliorer les performances du nettoyage ou du dégraissage du jet en élevant la température de l'eau. Certains équipements intègrent donc un réchauffeur à combustible liquide ou gazeux. Suivant la conception de l'équipement ou de l'installation, ce combustible est ajouté au circuit d'alimentation ou au circuit de distribution du jet d'eau sous haute pression. Cet équipement peut également être utilisé pour refroidir l'eau lorsqu'elle est trop chaude.

Lorsque le réchauffeur fonctionne au combustible liquide ou gazeux, il faut s'assurer qu'il comporte :

- un dispositif interrompant l'alimentation en combustible ou assurant un rallumage automatique en cas d'extinction de la flamme;

- un thermostat de surchauffe évitant de dépasser la température maximale de 60 °C (140 °F).

L'endroit où s'effectue le remplissage ou le raccordement à une réserve de combustible doit être clairement désigné, facile d'accès, et le type de combustible à utiliser doit y être clairement indiqué. Enfin, le réchauffeur doit être muni d'une protection contre le risque de brûlure partout où le travailleur peut poser ses mains.



2.5 Générateur haute pression

Le générateur haute pression (HP) est constitué d'une pompe volumétrique à piston entraînée par un moteur électrique ou thermique (diesel, le plus souvent) au moyen d'organes de transmission (réducteurs, poulies ou courroies, cardan, transmission hydraulique, etc.). L'entrée et la sortie des chambres de compression comportent des clapets antiretour dont le rôle est d'isoler alternativement, au cours du cycle, le circuit d'alimentation et le circuit de distribution du jet d'eau sous HP de ces chambres. Une gamme très étendue de générateurs HP mobiles ou fixes est aujourd'hui proposée sur le marché. Leurs caractéristiques de débit et de pression déterminent évidemment les possibilités de l'équipement.

Tout générateur HP doit comporter une plaque d'identification ou une étiquette décrivant :

1. le produit et le fabricant;
2. le modèle et le numéro de série ou l'année de fabrication;
3. la performance maximale sur les plans du débit (gal/min) et de la pression en psi;
4. un résumé des procédures de sécurité et des principaux avertissements. La présence d'un compteur du nombre d'heures d'utilisation facilite grandement le travail du personnel responsable de l'entretien et de la vérification des équipements.

Au générateur HP est généralement associé un circuit de commande, électrique et/ou pneumatique, qui sert à actionner l'installation en toute sécurité et à protéger les circuits d'alimentation. Toutes les masses métalliques du groupe moteur-pompe doivent être reliées pour pouvoir être connectées facilement à une mise à la terre.

Les générateurs ou les pompes HP sont caractérisés par la pression créée à la sortie de la pompe, le débit d'eau produit et la puissance absorbée, dont plus des trois quarts environ est transmise à l'eau.

La puissance du jet d'eau est liée au débit « D » en gal/min et à la pression « P » en psi par la formule :

puissance = (D x P) ÷ 1536

où la puissance est donnée en chevaux-vapeur (CV) (*horse power* (hp)).

Un cheval-vapeur correspond à 746 W.

Par exemple, une buse SA5 alimentée à une pression de 10 000 psi et à un débit de 7,9 gal/min produira un jet d'eau dont la puissance est de 52 CV ou 39 kW.

Pour des raisons évidentes de sécurité, la courroie reliant le moteur à la pompe, s'il y en a une, doit être protégée par un garde afin d'éviter tout accident associé au mouvement des organes de transmission. Lors de l'achat d'un groupe moteur-pompe, il faut dans la mesure du possible choisir un ensemble qui minimise les risques liés au bruit.



Équipement de régulation et de sécurité

Le circuit de distribution du jet d'eau sous haute pression à la sortie de la pompe est équipé au minimum des dispositifs de contrôle et de sécurité opérationnels suivants :

- Un manomètre indiquant en permanence la pression à la sortie de la pompe. Les manomètres doivent comporter une échelle permettant une lecture à au moins 50 % au delà de la pression maximale d'utilisation.
- Un dispositif de sécurité – soupape de sécurité ou disque de rupture – indéréglable, limitant automatiquement la pression dans l'appareil et dans les circuits d'utilisation. Ce dispositif devrait pouvoir évacuer la pleine capacité de la pompe lorsqu'elle tourne au régime maximal. Dans le cas où un disque de rupture serait utilisé, une plaque d'identification doit être installée en permanence sur l'équipement pour indiquer clairement la valeur du disque de rupture qui y est installé.

  Il est recommandé d'utiliser un disque de rupture correspondant à la pression maximale admissible des boyaux et des équipements de projection.

  Il est aussi recommandé d'utiliser un code de couleur, en plus de la plaque d'identification, afin d'éviter toute confusion quant à la capacité d'un disque de rupture.

  L'évacuation de l'eau s'échappant par ce dispositif (disque de rupture) doit être assurée de façon à ne présenter aucun danger pour les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP ou d'autres personnes pouvant se trouver à proximité des équipements. De façon générale, la pression limite de chaque soupape ou de tout autre dispositif de sécurité doit être indiquée clairement au moyen d'une étiquette ou d'une plaque d'identification apposée à proximité de la soupape ou du dispositif.

- Un dispositif de dépressurisation d'urgence peut être actionné rapidement afin de faire baisser la pression dans le circuit de distribution du jet d'eau sous HP pendant que le générateur HP fonctionne (dérivation (*bypass*) ou inversion de marche (*changeover*) ou encore mécanisme permettant de désaccoupler le moteur de la pompe). La commande de ce dispositif doit être clairement marquée, bien visible et facilement accessible pour le membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP responsable de la surveillance du camion pendant les travaux. Lorsque ce dispositif est actionné (ordre de faire baisser la pression sur le circuit de distribution du jet d'eau sous HP), il doit le rester tant et aussi longtemps que l'opérateur ne le désenclenche pas. Le dispositif de sécurité ne se désenclenche pas automatiquement.

- Un dispositif antipulsation destiné à éviter ou amortir les à-coups de pression (ou coups de bélier) dans les tuyauteries et les accessoires lors du rétablissement ou de l'interruption du jet.

Les installations peuvent en outre comporter un ou plusieurs des dispositifs suivants :

- Un dispositif installé immédiatement à la sortie de la pompe sur le circuit de distribution du jet d'eau sous HP, faisant baisser ou permettant de faire baisser rapidement la pression dans le circuit de distribution lorsque le générateur HP est arrêté. Il peut s'agir par exemple d'une vanne de décharge actionnée électriquement ou de façon pneumatique ou commandée manuellement, ou encore d'un dispositif prévu à l'origine avec une fuite calibrée (dérivation ou soupape de décharge (*unloading valve*), qui permet l'annulation de la pression en quelques dizaines de secondes.

- De façon générale, on recommande fortement que les équipements soient conçus de façon à faire baisser automatiquement la pression à la sortie de la pompe à un niveau égal ou inférieur à celle du circuit d'alimentation dès qu'ils sont mis à l'arrêt. Si l'équipement n'est pas conçu selon ce principe, on recommande de faire baisser la pression résiduelle grâce à un dispositif basé sur une fuite calibrée permettant de faire baisser la pression en quelques secondes.

- Un dispositif, analogue au précédent, installé immédiatement à la pompe ou à sa sortie sur le circuit de distribution du jet d'eau sous HP, faisant baisser rapidement la pression dans le circuit de distribution dès que la commande de mise en marche est relâchée sur un accessoire de projection manuel (ex. : pistolet). La chute de pression est habituellement obtenue par la réduction de la vitesse du moteur actionnant la pompe et/ou par son débrayage. Lorsque l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP actionne à nouveau l'accessoire de projection, la vitesse de rotation du moteur augmente automatiquement, et ce, graduellement jusqu'à ce que la pression d'utilisation soit atteinte.

Un régulateur de pression permettant de régler automatiquement la pression d'utilisation au niveau correspondant aux travaux à exécuter, et ce, en fonction de la capacité des boyaux, des équipements et des accessoires de projection du jet d'eau sous HP utilisés (dérivation (*bypass*) ou soupapes de décharge). Le régulateur est réglé par l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP au début des travaux. Dans ce cas, un second manomètre indique la pression d'utilisation en aval du régulateur.



Circuit de distribution du jet d'eau sous haute pression

L'eau sous haute pression est acheminée du générateur vers les postes d'exploitation par deux types de tuyauteries : **rigides** dans le cas d'installations fixes ou **flexibles** dans le cas d'équipements mobiles.

Les tuyauteries rigides sont fabriquées de tubulures d'acier et sont habituellement destinées aux installations fixes. Leurs principales caractéristiques techniques se décrivent de la façon suivante :

- pression maximale admissible et pression d'éclatement;

- diamètre intérieur et extérieur;

- nature de l'acier et mode de fabrication.

Les tuyauteries flexibles ou boyaux (figure 3) se composent :

- d'un tube intérieur en matériau souple synthétique dont la fonction est de contenir le fluide sous pression et d'assurer l'étanchéité;

- d'une armature (blindage) constituée d'une ou de plusieurs couches de tresses, de nappes métalliques ou de fibres composites, capable de résister à la pression interne et aux contraintes externes ainsi que d'assurer la stabilité dimensionnelle;

- d'un revêtement externe qui protège le blindage des atteintes extérieures (usure, oxydation, corrosion, agression par des produits chimiques, etc.).

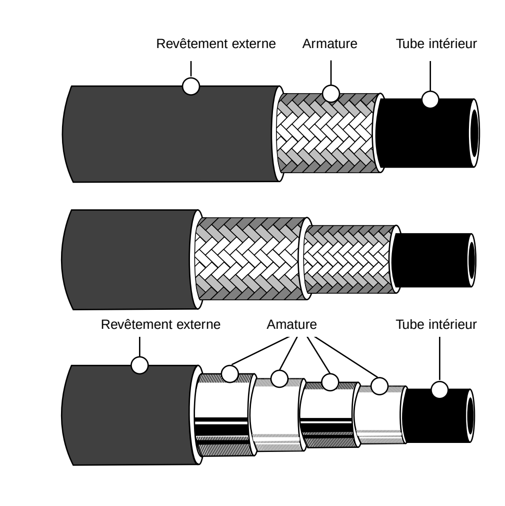


Figure 3. Construction type des boyaux

Les boyaux sont décrits en fonction des principales caractéristiques techniques suivantes :

- pression maximale admissible et pression d'éclatement;
- diamètre intérieur et extérieur;
- rayon de courbure minimal;
- poids linéaire;
- longueur;
- températures limites d'utilisation, minimale et maximale;
- type de construction (nature des revêtements, constitution de l'armature);
- caractéristiques mécaniques des éléments de raccordement.

La jonction entre les différentes tuyauteries et les équipements s'effectue au moyen de raccords ou de brides adaptés à la pression maximale d'utilisation. Les raccords équipant les extrémités des tuyauteries flexibles sont toujours sertis sur celles-ci au moyen d'un outil approprié garantissant la qualité du sertissage.

L'ensemble boyau-raccords doit toujours être testé comme une unité solidaire (les composantes ne doivent pas être testées séparément). Toute réparation à un ensemble boyau-raccords doit faire l'objet d'un test de pression afin de vérifier si la réparation a été faite correctement avant que l'ensemble soit utilisé pour le travail habituel. Lors de ce test, la pression d'épreuve doit se situer à 1,5 fois la pression maximale admissible de l'ensemble boyau-raccords. Par exemple, un boyau HP dont la pression maximale admissible est 10 000 psi, doit être testé à une pression de 15 000 psi. Il ne faut pas utiliser une pression supérieure (à moins d'indication contraire du fabricant), sinon des dommages permanents aux équipements pourraient en diminuer la capacité réelle. (Cette valeur de 1,5 s'applique également au test de pression des tuyauteries rigides.)

Tous les boyaux doivent comporter les indications suivantes :

- le symbole du fabricant;
- le numéro de série;
- la pression maximale admissible;
- la pression d'épreuve à utiliser pour les tests de pression; et
- la date de fabrication.

Ces données doivent être indélébiles : la gravure sur les raccords constitue donc le moyen à utiliser.

Tous les ensembles boyau-raccords et tuyauteries rigides devraient avoir une pression d'éclatement minimale correspondant à 2,5 fois la pression maximale admissible. Le matériel devrait être homologué par le fabricant en ce qui concerne ce facteur de sécurité. Lorsque les équipements ont un coefficient de sécurité inférieur, une enveloppe ou une gaine de protection (*whip*) doit être installée sur toute la longueur du boyau.

On recommande fortement que les ensembles boyau-raccords soient rendus incompatibles pour des pressions d'utilisation et d'éclatement différentes. Par exemple, il devrait être impossible de relier une section de boyau de 10 000 psi avec une section de boyau de 40 000 psi (pression maximale admissible). Cela suppose donc que les équipements soient standardisés en fonction d'une pression donnée et qu'ils soient incompatibles s'ils répondent à des normes différentes pour ce qui est de la pression.

En plus de la dimension et/ou du type de raccords, un code de couleur pourrait avantageusement être utilisé pour désigner les différents standards (ou pressions maximales admissibles). Par exemple, le bleu pourrait être utilisé pour les pressions de 40 kpsi, l'orangé pour 20 kpsi et le vert pour 10 kpsi. Le code de couleur devrait être indiqué par le fabricant. Toutefois, en attendant que les fabricants s'entendent sur des normes communes, il est fortement suggéré que les politiques d'achat des entreprises favorisent l'établissement de telles normes, au minimum à l'intérieur de ces entreprises et au mieux pour toutes les entreprises.

Le raccordement des boyaux lors de l'installation se fait avec des raccords vissés. Il est nécessaire d'utiliser une graisse qui convient aux joints filetés des raccords de 20 000 psi et de 40 000 psi afin d'en éviter le grippage. Un produit inapproprié causerait des dommages permanents à ces équipements. Il existe aujourd'hui un large éventail de raccords rapides constituant un moyen pratique et sûr de raccorder entre eux plusieurs équipements et permettant de répondre à bon nombre d'applications de l'eau sous HP. Toutefois, l'utilisation de raccords rapides est déconseillée étant donné leur plus grande vulnérabilité aux différentes agressions répétées et prolongées des conditions typiques du nettoyage industriel au jet d'eau sous HP (sable, terre, eau, rouille, produits chimiques agressifs, etc.). Enfin, les boyaux doivent être entreposés à l'abri du soleil et de produits agressifs, et ce, sur une surface plane ou respectant le rayon de courbure minimum prescrit par le fabricant.

En ce qui a trait aux tuyauteries rigides, on recommande d'utiliser un facteur de sécurité de 3 lorsque le système est muni d'un dispositif protégeant contre les ondes de choc (c'est-à-dire un dispositif antipulsation en amont ou antibélier en aval) et de 4 autrement. Il est préférable que les circuits de tuyauterie rigides soient reliés au générateur HP par des boyaux flexibles afin de réduire la transmission des vibrations de cet ensemble au circuit de distribution. Tout conduit flexible doit être recouvert d'une gaine protectrice. Les circuits de conduits rigides doivent pouvoir être purgés facilement, être protégés contre la dilatation et être solidement fixés à leur support. Le nombre de raccords doit y être réduit au minimum.



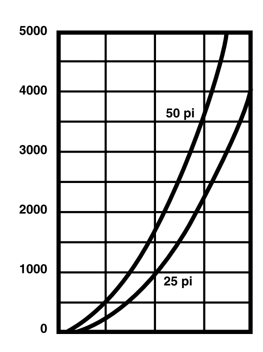
2.7.1 Perte de charge

La pression du jet d'eau immédiatement à la sortie d'un accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP (ex. : pistolet) est habituellement inférieure à la pression à l'entrée du circuit de distribution du jet d'eau sous HP (ou à la sortie de la pompe). Cette chute de pression entre l'entrée et la sortie du circuit de distribution, communément appelée perte de charge, est due à la friction et à la turbulence de l'eau tout au long du circuit de distribution (boyaux et accessoires). La perte de charge est plus importante lorsque le diamètre des boyaux est petit, que les boyaux sont plus longs et les courbes nombreuses dans les boyaux et au travers de l'accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP.

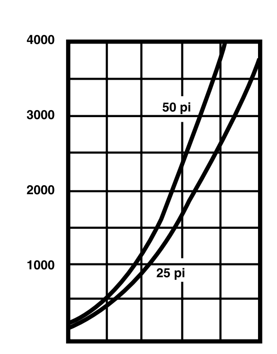
La figure 4 montre la chute de pression qu'on obtient habituellement en utilisant des boyaux types de 15 000 psi selon la longueur du boyau et le débit d'eau dans le boyau, et ce, pour des boyaux de diamètres internes différents (figure 4a, petit diamètre interne, et figure 4b, grand diamètre interne).

La figure 4a) montre que, pour un boyau de petit diamètre interne (0,17 po), on peut s'attendre à une chute de pression de 1500 psi entre ses deux extrémités lorsque sa longueur est de 25 pi et le débit de 5 gal/min. Par contre, pour le boyau de plus grand diamètre interne, la chute de pression correspondante est d'environ 400 psi (figure 4b), soit presque quatre fois moindre. Dans les deux cas, la chute de pression est plus importante lorsque le boyau est plus long et/ou lorsque le débit est plus important.

Une perte de charge importante signifie que le générateur HP pourra produire le débit et la pression souhaités à la sortie de la buse plus difficilement. Ainsi, lors du nettoyage au jet d'eau sous HP, l'opérateur a toujours intérêt à choisir ses équipements de façon à minimiser les pertes de charge dans le circuit de distribution du jet d'eau sous HP pour bénéficier d'une puissance aussi élevée que possible à la sortie de son accessoire de projection et prolonger la vie utile des équipements. Cependant, il ne lui sera jamais possible d'éliminer complètement les pertes de charge.



a) Débit (gal/min)



b) Débit (gal/min)

Figure 4. Perte de charge en psi selon le débit et la longueur du boyau : a) pour un boyau d'un diamètre interne de 0,17 po et b) pour un boyau d'un diamètre interne de 0,33 po (source : Aqua-Dyne)

2.8 Accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP

Les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP décrits dans ce document se divisent en six catégories. Dans tous les cas, on recommande que les accessoires soient standardisés selon la pression maximale admissible (voir la section précédente sur les boyaux); celle-ci doit être clairement inscrite de façon indélébile sur l'accessoire. On recommande aussi que les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP aient un coefficient de sécurité au moins égal à 3 garanti par le fabricant et qu'ils aient subi un test de pression à 1,5 fois la pression maximale admissible avant leur première utilisation ou à la suite d'une réparation (voir la section précédente).

Pour tous les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP dont la mise en marche est manuelle, la commande est **actionnée en continu**, c'est-à-dire que le jet d'eau est interrompu dès qu'on cesse d'actionner la commande (commutateur du type homme mort (*deadman switch*). Aucun moyen de blocage de la commande en position « jet actionné » n'est acceptable.

Les commandes des accessoires doivent être protégées contre toute mise en marche accidentelle ou non intentionnelle au moyen d'un arceau de sécurité, d'un dispositif de blocage de la commande en position d'arrêt ou encore par une double commande (séquence de deux commandes à une seule main) ou par commande à deux mains (l'utilisation des deux mains est nécessaire).

2.8.1 Chariots de nettoyage

Les chariots de nettoyage (communément appelés « tondeuses ») sont utilisés pour nettoyer les surfaces planes horizontales ou verticales. Le chariot de nettoyage doit être utilisé de préférence au pistolet lorsque c'est possible parce qu'il est plus sécuritaire. La figure 5 illustre ce type d'équipement.



Photo : Aqua-Dyne

Figure 5. Chariot de nettoyage

2.8.2 Pistolets

Les pistolets (*guns*) utilisés au Québec sont généralement de deux types. Le premier type, communément appelé « pistolet suicide » et de fabrication habituellement artisanale, est illustré à la figure 6. Le second type, ressemblant de plus près à un pistolet, est illustré à la figure 7. Les pistolets sont normalement constitués d'un ou de plusieurs des éléments suivants :

- un canon plus ou moins long recevant à l'une de ses extrémités la buse de projection;
- une crosse à une ou deux poignées (voir la figure 7); au moins l'une des poignées est équipée d'une gâchette de commande ou de télécommande du jet, laquelle agit sur une vanne d'arrêt (type sec ou *dry shut off*) ou de décharge (*dump*). Dans le cas des pistolets à décharge illustrés aux figures 6 et 7, la sortie du système de décharge (communément appelé *muffler*) est constituée d'une section de tuyau de 10 à 15 cm de longueur, située sous le canon lorsque ce dernier est en position d'utilisation;



Photo : Yves Montpetit

Figure 6. Pistolet de conception artisanale pouvant être utilisé s'il est muni des mécanismes de sécurité appropriés

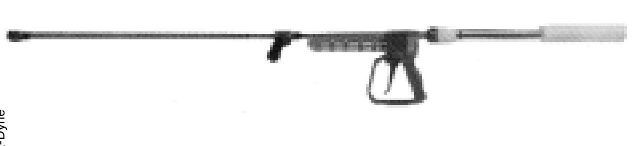


Photo : Aqua-Dyne

Figure 7. Pistolet utilisé pour le nettoyage au jet d'eau

- une buse (décrite plus bas);
- un dispositif d'appui sur le corps (ex. : épaulière).

L'extrémité du canon peut dans certains cas être équipée d'un dispositif d'injection d'abrasif (*pour le sablage humide*) fonctionnant suivant le principe du venturi : l'abrasif est aspiré par le passage du jet d'eau sortant de la buse et est projeté avec le jet d'eau sur la surface à nettoyer. La figure 8 montre un ensemble utilisé pour le nettoyage au jet d'eau et avec un abrasif. Comme le pouvoir abrasif augmente avec la pression, on doit choisir, pour minimiser l'usure des composantes, la plus faible pression permettant d'exécuter efficacement le travail en se servant de ce type d'accessoire.

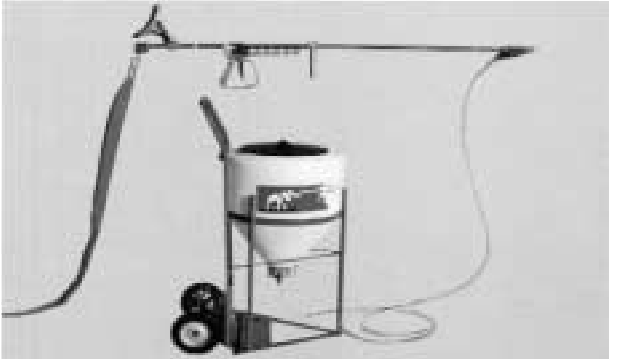


Photo : Aqua-Dyne

Figure 8. Ensemble de nettoyage utilisé pour le sablage humide (*wet sandblasting*)

En ce qui a trait au pistolet du type illustré à la figure 6, le modèle standard (environ 1 m ou 3 pi) semble le plus répandu au Québec à l'heure actuelle, quoiqu'il soit graduellement remplacé par le modèle illustré à la figure 7. Le pistolet de la figure 6 peut être grandement raccourci par l'installation d'un canon d'une longueur de 12 po (30 cm) ou allongé jusqu'à 8 à 10 pi (3 m). Les pistolets courts sont utilisés dans les endroits exigus (ex. : tours de fractionnement, ballast de bateau, etc.) et on utilise généralement une tige allongée lorsqu'une plus grande portée est nécessaire (ex. : pour atteindre le fond d'un puisard profond). Dans le cas des pistolets très longs, il est plus sécuritaire d'assembler les sections du canon en utilisant des joints (*splices*) spécialement conçus à cette fin.

Le pistolet du type illustré à la figure 6 ne comporte pas d'épaulière; c'est le boyau d'amenée

d'eau qui remplit cette fonction (voir la figure 9). Le boyau d'alimentation est alors courbé à l'endroit où il est raccordé au pistolet et est appuyé directement contre le corps (ex. : sur l'épaule ou le ventre). Cette façon de procéder a pour effet d'affaiblir le boyau et son raccord à la hauteur du pistolet : la force de recul du pistolet peut endommager ces deux pièces plus rapidement parce que les matériaux constituants s'usent et donc présenter des risques de blessure pour l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP. Afin de minimiser ces risques, une gaine constituée par exemple d'une section de boyau de plus grand diamètre aussi appelé « fouet » (*whip*) doit être installée sur le boyau d'alimentation là où celui-ci est courbé en permanence durant le travail (figures 6 et 8). Le fouet doit aussi recouvrir le raccord au pistolet.



Photo : Yves Montpetit

Figure 9. Boyau d'alimentation servant d'épaulière

La commande du jet d'eau se trouvant sur le pistolet est habituellement de type homme mort (*deadman*) : dès que l'opérateur relâche la commande, la pression est réduite automatiquement sous le seuil de danger, soit par une vanne d'arrêt (système de type « sec ») ou par un système de décharge.

Le système « sec » coupe le débit d'eau à partir du générateur haute pression. Dans ce système, l'eau est redirigée par un dispositif de régulation vers la pompe et la vitesse du moteur de la pompe est réduite. Lorsque l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP actionne la commande de son accessoire de projection, la vitesse du moteur est augmentée automatiquement jusqu'à ce que la pression d'utilisation soit atteinte. Ce système est de plus en plus courant sur les nouveaux équipements. Il offre le double avantage de réduire la quantité d'eau déversée dans la zone de travail et de permettre une montée graduelle de la pression à l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP lorsqu'il est mis en marche. Si un système électrique est utilisé pour commander la vanne d'arrêt dans un système « sec », la tension ne doit pas excéder 24 V.

Dans un système à décharge, l'eau est redirigée vers l'extrémité du système de décharge (le *muffler*) du pistolet plutôt que vers la buse de la façon décrite plus haut. Ce type de système peut être ajusté de façon à offrir une phase intermédiaire entre une force de recul nulle (sans jet) et une force de recul maximale (jet à pleine puissance).

L'utilisation de tout dispositif ou système qui contribue à éliminer l'effet de surprise pour l'opérateur lorsque celui-ci actionne l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP doit être préconisée, puisque l'effet de surprise associé au déploiement d'une force instantanée peut provoquer des réactions dangereuses chez l'opérateur.

La commande du pistolet doit être munie d'un dispositif de protection prévenant sa mise en marche accidentelle comme un arceau de protection et d'un mécanisme de verrouillage de sécurité (figures 7 et 10). Enfin, le pistolet devrait comporter un dispositif d'appui approprié contre le corps (ex. : épaulière) dès que la force de recul est supérieure à 23 lb (103 N) (figure 7) (Mital, Nicholson et Ayoub, 1997; Tilley, 1993; Putz-Anderson, 1988).

La commande doit offrir une résistance aussi basse que possible et ne pas nécessiter une force supérieure à 2,4 lb (10 N) lorsqu'elle est actionnée par un doigt (l'index) ou 7 lb (30 N) lorsqu'elle est actionnée à pleine main, afin de minimiser la fatigue. Si la force nécessaire est plus grande, la fatigue sera telle que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP cherchera à bloquer la commande en position de marche par d'autres moyens (broche, ruban adhésif, neutralisation du ressort de retour de la commande, etc.). Les crampes dans les doigts résultent d'une résistance trop grande de la commande.

Le pistolet doit être aussi léger que possible tout en offrant des caractéristiques de résistance mécanique appropriées : l'usage d'un pistolet

plus léger entraînera une fatigue moins importante pour l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP.

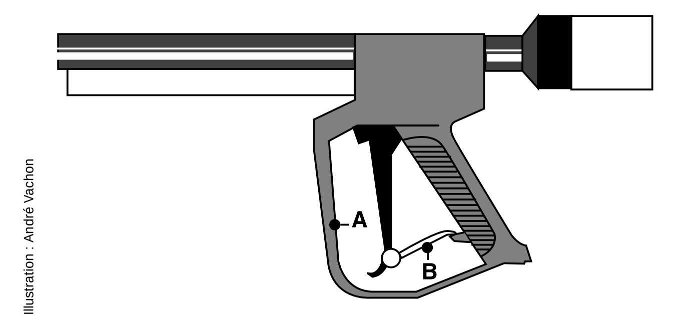


Figure 10. Mécanisme de prévention de mise en marche accidentelle (A : arceau de protection, B : verrouillage automatique)

Tout pistolet ne comportant pas une commande de type « homme mort » doit être **retiré puis détruit** ou **pourvu d'une telle commande**.

Toutes les pièces constituantes d'un pistolet, prises individuellement ou comme une unité, doivent pouvoir résister à une **pression minimale** égale à 2,5 fois la pression maximale admissible; ce facteur de sécurité de 2,5 doit être confirmé par le fabricant. La **pression maximale admissible** doit être clairement indiquée sur le pistolet et tout test de pression doit se faire en utilisant une pression égale à 1,5 fois la pression maximale admissible.



2.8.3 Buses

Une buse (*jet* ou *nozzle*) est un dispositif comportant un ou plusieurs trous par lesquels l'eau est déchargée du système haute pression pour produire le jet d'eau de nettoyage. La buse a pour fonction de restreindre l'écoulement de l'eau pour l'amener à la vitesse voulue et faire prendre au jet la forme qui convient. Des combinaisons de jets dirigés vers l'avant, l'arrière et les côtés peuvent être utilisées pour contrôler les forces agissant sur l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP (ex. : stabiliser ou faire avancer). On peut également employer les buses de formes variées ou rotatives pour modifier la distribution du jet d'eau sur la surface à nettoyer.

La buse est fixée au bout du canon du pistolet (ou de la lance). Il existe une grande variété de buses. Elles sont caractérisées par le nombre de trous, leur taille, leur position, la direction des jets d'eau produits et leur forme. Parmi les buses les plus répandues, on trouve :

- la buse à jet droit (buse couteau, *straight cutter*, *straight jet* ou crayon); et
- la buse balai (*fan jet*).

La buse à jet droit (*straight cutter*) a un trou à son extrémité dont le diamètre peut aller de 0,008 po (0,2 mm) à 0,315 po (8 mm). Ce type de buse concentre le jet d'eau sur une surface de faible dimension en en minimisant l'étendue. Le jet d'eau ainsi produit peut devenir extrêmement puissant, car la vitesse de l'eau peut être très importante. Celle-ci varie selon le niveau d'ajustement de la pression ou du débit d'alimentation. La buse couteau est utilisée dans de multiples situations pour déloger des matériaux solidement fixés ou lourds et épais tels que la rouille, le manganèse, les résidus solides de procédés, etc. Elle est aussi utilisée pour l'hydrodémolition et la découpe de la pierre. La forme du trou détermine la forme du jet d'eau et, par conséquent, son action sur la surface à nettoyer.

La figure 11, ci-dessous, montre différentes formes possibles. Le trou circulaire demeure le plus utilisé, les autres formes ayant tendance à s'user plus rapidement.

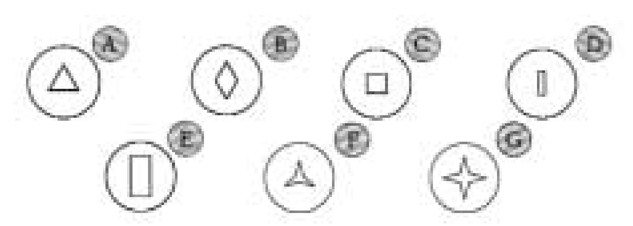


Figure 11. Différentes formes de buses (source : Aqua-Dyne)

La buse balai (*fan jet)* a pour effet d'étendre le jet d'eau dans un plan afin de couvrir une plus grande surface. Elle est utilisée pour nettoyer une surface plus large tel un plancher ou un mur. Le jet est beaucoup moins puissant que celui produit par la buse couteau. Le balai est habituellement utilisé pour éviter d'endommager la surface à nettoyer lorsque celle-ci est trop fragile pour être nettoyée avec une buse couteau.

La figure 12 montre un travailleur utilisant un pistolet muni d'une buse balai. Ce pistolet à long canon comporte aussi une épaulière.



Photo : Yves Montpetit

Figure 12. Travail avec un pistolet muni d'une buse balai

Parmi les accessoires directement reliés aux buses, il y a la **buse rotative** pouvant être installée sur le pistolet. Celle-ci peut projeter un ou plusieurs jets d'eau qui tournent parallèlement à l'axe du canon. Ces buses permettent de couvrir une surface plus grande tout en ayant la même puissance que la buse couteau. Ce type de dispositif, bien que très efficace, a tendance à faire beaucoup de bruit et à s'user rapidement en raison de sa très grande vitesse de rotation. Il y a enfin les adaptateurs à buses multiples sur lesquels on peut monter plusieurs buses afin de couvrir une surface plus importante (ex. : utilisation de plusieurs buses balais avec le même pistolet).

Signalons qu'il est interdit d'utiliser un coude à l'extrémité du canon d'un pistolet à cause des risques élevés de perte de contrôle du pistolet et de heurts causés par un déséquilibre des forces latérales au bout du canon au moment de sa mise en marche.



2.8.4 Lances ou tringles

Les dispositifs communément appelés lances, barres ou tringles consistent en un long tube rigide prolongeant le boyau auquel il est raccordé par l'une de ses extrémités et qui est muni d'une buse à son autre extrémité. Les lances sont essentiellement utilisées pour le nettoyage des contenants longs, étroits et linéaires tels que les tubes des échangeurs de chaleur. Le nettoyage se fait en insérant la lance dans le tube à nettoyer puis en l'y enfonçant sur toute sa longueur et, enfin, en la retirant.

Les lances ou tringles peuvent être montées, seules ou par groupes, sur un équipement mécanisé, la tringleuse, pouvant être télécommandé ou télémanipulé. La tringleuse assure le déplacement horizontal et vertical des lances ainsi que leur avance et leur retrait. L'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP se place alors à distance et contrôle le mouvement des lances au moyen d'un boîtier de commande portatif (figures 13 et 14). Le diamètre externe du tube rigide de la lance et de sa buse doit être suffisamment petit par rapport au diamètre interne de la canalisation à nettoyer pour permettre l'écoulement libre de l'eau et des débris, afin d'éviter la formation de « poches de pression », ce qui pourrait se produire si la canalisation se bouche à son extrémité. Les « poches de pression » peuvent alors provoquer la projection brutale de la lance vers l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP. Les lances manipulées directement par l'opérateur devraient offrir un dispositif d'appui suffisant contre le corps dès que la force de recul est supérieure à 23 lb (103 N).



Photo : Yves Montpetit

Figure 13. Poste de l'opérateur d'une machine de nettoyage au jet d'eau sous HP commandée à distance



Photo : Yves Montpetit

Figure 14. Tête d'une machine commandée à distance utilisée pour nettoyer l'intérieur d'un échangeur



2.8.5 Furets

Les dispositifs communément appelés furets, consistent en un boyau muni à son extrémité d'une buse comportant plusieurs trous dont certains, dirigés vers l'arrière, produisent des jets propulsifs qui assurent la progression du dispositif dans la canalisation à nettoyer. Les furets sont essentiellement destinés au nettoyage des conduits longs et sinueux. Le nettoyage se fait en insérant le dispositif dans la canalisation et en le laissant progresser jusqu'à l'extrémité nécessitant un nettoyage. À la fin du nettoyage, le dispositif est retiré de la canalisation.

La figure 15 illustre le nettoyage au furet. Dans le nettoyage au furet et à la lance, l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP utilise habituellement une commande au pied (pédale) pour actionner le jet d'eau. Cette commande au pied doit nécessairement comporter un dispositif de protection prévenant toute mise en marche accidentelle et une base suffisante pour assurer une bonne stabilité. En outre, si cette commande est munie d'un système de décharge, le boyau de décharge doit être solidement fixé afin d'éviter les coups de fouets lorsque le jet d'eau est interrompu.

Illustration : Daniel Imbeau; photo : Yves Montpetit

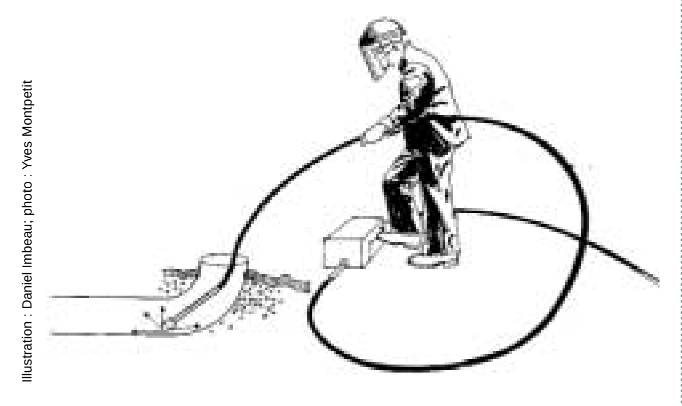


Figure 15. Nettoyage d'une conduite au furet (adapté de CSAO, 1980)

Il arrive parfois que l'espace soit trop exigu pour que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise le furet puisse actionner lui-même le jet. Dans ce cas, un second opérateur actionne et interrompt le jet à la demande de celui qui manipule le furet. Dans cette situation, il est très important que les deux travailleurs puissent se voir pour communiquer efficacement et qu'ils se servent d'un code de communication (ex. : signes) clair et qu'ils connaissent bien. L'usage d'appareils radio permet d'améliorer la communication entre les deux coéquipiers, mais ne doit jamais remplacer le contact visuel permanent (voir la section 5.1).



2.8.6 Appareils de nettoyage des réservoirs

Les dispositifs rotatifs de lavage des réservoirs (citernes, cuves, etc.) se composent généralement :

- d'un dispositif de nettoyage à rotor équipé de buses de projection multiples et dont la rotation est obtenue sous l'effet de la réaction des jets ou par motorisation de l'arbre. Ce dispositif peut être fixé soit à l'extrémité d'un élément flexible ou à l'extrémité d'une perche de longueur fixe ou télescopique. Le dispositif devrait être conçu de façon à rendre impossible l'alimentation en eau sous pression tant qu'il n'est pas solidement fixé au réservoir à nettoyer;

- d'un dispositif de fixation de l'ensemble sur l'ouverture du réservoir à nettoyer. Ce dispositif assure aussi la fermeture partielle ou totale du réservoir à nettoyer et offre donc une protection de l'environnement (extérieur du réservoir) contre l'effet des jets d'eau. Ce dispositif de fixation doit empêcher de retirer la buse du réservoir lorsqu'elle est alimentée en eau sous pression;

- d'un mécanisme de positionnement et de déplacement automatique du dispositif de nettoyage, à l'occasion;

- d'une commande permettant d'alimenter le dispositif de nettoyage en eau sous HP ou d'en interrompre l'alimentation. Idéalement le circuit d'alimentation devrait être équipé de deux vannes d'arrêt situées le plus près possible du dispositif de nettoyage dont au moins une peut être verrouillée en position fermée.



2.8.7 Hydroéjecteurs

Les hydroéjecteurs fonctionnent selon le principe du venturi et sont utilisés pour pomper des eaux chargées de boue, voire des matières solides. La vitesse du jet d'eau sous HP induit une succion dans le conduit d'aspiration, ce qui entraîne les matières solides ou semi-liquides.

Les installations comportant des équipements assurant le déplacement automatique ou semi-automatique des accessoires de projection du jet d'eau sous HP et enchaînant plusieurs mouvements sans intervention d'un opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ne font pas l'objet du présent guide.

3 Inspection et entretien des équipements

L'entretien vise essentiellement à prévenir les pannes et les accidents. La vérification périodique des composantes et des dispositifs constitue l'élément de base d'un programme d'entretien préventif dont le but est d'assurer le maintien de la performance des équipements et la sécurité des travailleurs. Les inspections et l'entretien des équipements doivent être faits par du personnel qualifié.



3.1 Dossier d'entretien

Pour les équipements ou les composantes qui s'y prêtent, un dossier établi par le fabricant doit être utilisé pour l'entretien. Ce dossier précisera :

1. les vérifications à effectuer et leur fréquence;
2. les opérations à effectuer en fonction des observations faites;
3. les étapes à suivre pour exécuter chacune de ces opérations; et
4. les plans détaillés nécessaires pour effectuer ces opérations.

Ce dossier devrait également comporter un **registre** dans lequel sont consignés les résultats de toutes les vérifications, les réparations effectuées sur les composantes et les modifications qui y ont été apportées, de même que les pièces remplacées. Ce registre devrait être mis à la disposition des membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP pour leur permettre d'y inscrire, au retour d'une journée de travail, toutes leurs observations (ex. : dysfonctionnements, usure normale ou anormale, incidents, etc.) concernant les équipements ou les accessoires qu'ils ont utilisés. Toute inscription dans le registre doit être datée et accompagnée du nom et de la fonction de la personne qui l'a faite. Afin de faciliter le repérage des équipements et la correspondance avec ces observations, tous les équipements doivent être marqués et clairement désignés. Enfin, les suites données aux observations notées sont également inscrites dans le registre.

Pour toute réparation qui n'est pas effectuée par le fabricant ou par un dépositaire agréé, il faut obtenir les équipements nécessaires et appliquer des méthodes qui garantissent une qualité d'exécution équivalente. Il va de soi que le travail doit être fait par du personnel compétent. Par exemple :

- ☑ Une pièce défectueuse ou usée doit être remplacée par une pièce compatible de qualité équivalente.
- ☑ Aucune modification ne doit être apportée aux équipements ou aux composantes sans l'accord préalable du fabricant.
- ☑ Aucune réparation ne doit être effectuée sur les composantes si les équipements spécialement conçus à cette fin ne sont pas disponibles. Par exemple, le sertissage des raccords ne peut être effectué que si on dispose du matériel nécessaire et si la personne chargée de cette tâche a reçu une formation suffisante pour être en mesure de l'effectuer conformément aux méthodes prescrites. Du matériel approprié et du personnel qualifié assureront un travail de qualité et fait en toute sécurité.
- ☑ Toute composante (ou pièce) réparée ou modifiée doit faire l'objet d'un test de pression avant d'être utilisée. Pour le test, la pression d'épreuve doit être amenée à 1,5 fois la pression maximale admissible pour la composante testée.

Tout équipement neuf doit être accompagné d'un dossier d'entretien. Ce dossier d'entretien doit être considéré comme un élément tout aussi fondamental que le manuel d'utilisation de l'équipement. Lorsque aucun dossier n'accompagne un équipement à l'achat, il faut en constituer un selon les consignes du fabricant.



3.2 Opérations d'entretien

Les opérations d'entretien les plus importantes pour la sécurité du travail au jet d'eau sous HP touchent les composantes suivantes :

- les dispositifs de commande et de sécurité du générateur HP (ex. : soupapes de sécurité, soupapes de détente (*relief valves*), manomètres, régulateur, dispositif d'arrêt d'urgence, commande de mise en pression, raccords, disques de rupture);
- les boyaux et leurs raccords (toute réparation doit être suivie d'un test de pression);
- les dispositifs de commande des accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP – pistolets, commandes au pied, système de décharge – (étanchéité, absence de point dur ou de coincement de la détente, bon fonctionnement des dispositifs de sécurité);
- les équipements de protection individuelle.

La réparation de ces composantes doit être confiée directement au fabricant ou à un atelier de réparation dûment agréé par le fabricant. Ces travaux de réparation peuvent aussi être réalisés par du personnel de l'entreprise de nettoyage à la condition que ce personnel ait reçu la formation nécessaire.

De façon générale, les opérations d'entretien doivent être effectuées mensuellement (ou toutes les 100 heures si la durée d'utilisation quotidienne dépasse régulièrement 6 heures).

Toutes les opérations d'entretien doivent être suivies d'une vérification du fonctionnement du matériel réparé en utilisant les équipements spécialisés nécessaires, le cas échéant (ex. : système conçu spécialement pour faire les tests de pression).

S'il faut mettre l'équipement en marche, au moins deux personnes doivent être présentes. Enfin, une vérification complète de l'ensemble des équipements et composantes doit être effectuée une fois l'an ou après :

- toute modification apportée à des composantes ou à des pièces d'origine;
- tout arrêt dont la durée et les conditions sont susceptibles d'avoir entraîné une détérioration de certaines composantes.

Les tuyauteries rigides doivent être inspectées visuellement (par endoscopie) et vérifiées par un test de pression tous les ans.



Vérifications régulières

De façon générale, l'entretien doit couvrir la vérification régulière des composantes suivantes (ASTM, 1998; AHWJC, 1984) :

- **Générateur HP :** Le générateur HP doit être entretenu selon les instructions, les recommandations et le calendrier fournis par le fabricant. Les éléments suivants doivent faire l'objet d'une vérification quotidienne :

  1. groupe moteur du générateur (niveaux de l'huile de lubrification, du liquide hydraulique et du carburant);
  2. pompe (niveaux de l'huile de lubrification et du liquide dans la boîte de transmission);
  3. enrouleur de boyaux hydrauliques (niveau de l'huile de lubrification);
  4. présence et état des protecteurs et des dispositifs de sécurité. Avant le début des travaux, le dispositif permettant de limiter la pression dans le circuit de distribution du jet d'eau sous HP doit être vérifié (disque de rupture).

- **Crépines et filtres :** Tous les filtres doivent être vérifiés à intervalles réguliers selon les conditions d'approvisionnement en eau et les recommandations du fabricant. Une vérification toutes les deux heures est habituellement recommandée.

  Il faut vraiment s'assurer que l'eau d'approvisionnement est correctement filtrée, afin de prévenir l'entrée dans le système HP de particules susceptibles d'user ou de rayer les sièges de soupapes ou de boucher les dispositifs de réduction de la pression (ex. : système de décharge), ce qui peut entraîner une perte de contrôle des équipements et donc mettre en danger l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP. Les particules peuvent aussi boucher les buses et ainsi provoquer l'éclatement d'une

partie de l'accessoire de projection ou la rupture d'un raccord.

On **recommande fortement** d'utiliser l'eau d'un système d'adduction et de distribution d'eau (aqueduc) chaque fois que c'est possible.

- **Manomètres :** Les manomètres doivent être gardés propres en tout temps. Ils doivent être choisis de telle façon que l'aiguille n'oscille pas sur une plage de plus de 200 psi. Les manomètres doivent être étalonnés ou remplacés régulièrement.

- **Vannes et soupapes :** Toutes les vannes, soupapes et autres dispositifs de régulation de la pression ou permettant de faire baisser la pression dans le circuit de distribution du jet d'eau sous HP doivent être vérifiés au moins tous les six mois.

- **Boyaux et raccords :** Inspecter tous les boyaux avant de les utiliser pour s'assurer :

  1. que la pression maximale admissible et le diamètre sont appropriés;

  2. qu'ils sont exempts de tout dommage extérieur (ex. : fils brisés, gaine défectueuse);

  3. que les raccords sont en bon état. Il faut insister sur l'importance d'utiliser les bons outils pour l'entretien des raccords et, plus particulièrement, il faut éviter les outils ajustables ou aux mâchoires comportant des dents, comme des pinces étaux ou des clés à tuyaux (*pipe wrench*), parce qu'ils risquent fortement de déformer la partie sertie des raccords de boyaux.

  Il est **strictement interdit** de souder ou de braser sur des raccords de boyaux.

- **Buses :** Les buses doivent être propres et il faut s'assurer avant de les installer qu'elles ne sont pas endommagées et que leurs trous ne sont pas bouchés.

  Ne pas utiliser des buses défectueuses. Il faut toujours réparer ou remplacer celles qui doivent l'être avant d'utiliser l'appareil.

  Au moment de la mise en marche, juste avant d'utiliser l'équipement, retirer la buse de la lance ou du pistolet et purger le système pour en extraire l'air et les particules solides.

  Il faut insister sur l'importance d'utiliser les bons outils pour l'entretien des buses et, plus particulièrement, il faut éviter les outils ajustables ou aux mâchoires comportant des dents (ex. : pinces étaux ou clés à tuyaux), parce qu'ils risquent fortement de déformer les buses.

  Il est **strictement interdit** de souder ou de braser sur des buses.

- **Lances et pistolets :** Inspecter quotidiennement les pistolets et les lances afin de s'assurer que les mécanismes de détente et de protection fonctionnent normalement. Dans le cas des pistolets comportant un système de décharge (*muffler*), il faut s'assurer que celui-ci est fixé solidement. Observer toutes les connexions du côté du jet d'eau sous HP durant l'utilisation des équipements. Si une fuite est décelée, arrêter immédiatement les manœuvres et remplacer les composantes défectueuses avant de poursuivre le travail.

  Il est **strictement interdit** de souder ou de braser sur des pistolets ou des lances.

- **Équipement de sablage humide** (*wet sandblasting*) : Inspecter les passages par lesquels circulent les abrasifs, la chambre où se fait le mélange et les buses. Remplacer toute pièce montrant un signe d'usure.

- **Commande au pied :** Vérifier et nettoyer toutes les commandes au pied quotidiennement (soupapes et interrupteurs). On suggère également d'effectuer une bonne vérification visuelle et mécanique des gardes et des mécanismes, afin d'assurer un fonctionnement sans défaillance et une protection contre les mises en marche accidentelles.

- **Équipement électrique :** Tous les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP qui sont actionnés électriquement doivent être vérifiés quotidiennement afin de repérer tout dommage externe, et ce, en portant une

attention particulière aux connexions, boîtes de jonction, interrupteurs et câbles d'alimentation. Toutes ces composantes doivent être à l'épreuve de l'eau et de l'humidité (*waterproof*). (Vérifier la direction de rotation des moteurs électriques à la suite de chaque reconnexion.)

- ☑ **Remorques :** Vérifier quotidiennement les unités installées sur des remorques et, en particulier, les pneus, le système de freinage, les points de levage des pattes de stabilisation (*jacking points)*, la main de traction (*towing hitch*), les feux, les chaînes de sécurité et la propreté générale. Il faut s'assurer que la structure ne présente pas de dommages. Utiliser un véhicule assez puissant pour tirer ce type de remorque.

  Il est **fortement recommandé** d'utiliser des équipements montés sur un camion porteur plutôt que sur une remorque.

- ☑ **Commandes du moteur :** Vérifier tous les câbles ainsi que les dispositifs d'arrêt du moteur chaque jour afin d'en assurer le bon fonctionnement.

- ☑ **Compatibilité :** Toujours vérifier les composantes pour s'assurer qu'elles sont de la bonne dimension et que leur pression maximale admissible correspond à celle du générateur haute pression utilisé.

- ☑ **Douches oculaires et d'urgence :** Vérifier et entretenir régulièrement toutes les unités portatives selon les directives du fabricant, afin d'éviter la prolifération de micro-organismes.

- ☑ **Équipements de protection individuelle (EPI) et équipements spécialisés :** Vérifier régulièrement l'état des EPI et remplacer tout équipement défectueux.

  Dans les cas où certains EPI sont réutilisés (ex. : gants), ils doivent être lavés et désinfectés régulièrement par du personnel qualifié.

  Tous les équipements spécialisés (ex. : appareil de protection respiratoire autonome, appareils de détection des gaz) doivent être vérifiés et entretenus régulièrement par du personnel qualifié et selon les directives du fabricant. Les détecteurs multigaz devraient être étalonnés avant chaque utilisation.



4 Risques et moyens de prévention

Le travail de nettoyage, de décapage ou de démolition au jet d'eau sous HP comporte un certain nombre de risques particuliers dont il importe, pour les prévenir efficacement, de bien estimer l'importance.

Autant les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP que les responsables des installations où sont effectués des travaux au jet d'eau sous HP doivent être sensibilisés aux nombreux risques associés à ce travail. Les principaux risques sont décrits à la section qui suit.



4.1 Description des principaux risques et des mesures de prévention appropriées



4.1.1 Perforation ou coupure par le jet

La perforation, la coupure et même le sectionnement d'une partie du corps par action directe d'un jet sont possibles. Ils peuvent survenir de deux façons :

1. soit par le jet issu de la buse de projection;

2. soit par une fuite sur le circuit de distribution du jet d'eau sous haute pression (ex. : fuite causée par un mauvais montage ou un bris de l'équipement).

On ne dispose pas actuellement de toutes les connaissances qui permettraient de donner à la notion de « jet dangereux » toute la précision souhaitée, puisque le pouvoir de pénétration dépend de nombreux facteurs : la puissance du générateur HP (jusqu'à 90 % de cette puissance est transmise au jet d'eau), la pression, la taille du jet, la distance entre la buse et le point d'impact, le temps d'action et la nature des matériaux soumis à cette action.

Cependant, la forme du jet (divergent ou cylindrique), la pression et le débit au niveau de la buse sont les trois facteurs les plus déterminants du niveau de risque. Il ne faut donc pas perdre de vue qu'un jet fin à très grande vitesse possède un pouvoir perforant redoutable et qu'il peut suffire d'une fraction de seconde pour perforer une partie du corps exposée à un jet à bout portant, selon la puissance et la finesse du jet. Le débit a une influence directe sur la cohérence du jet et donc sur la distance à partir de laquelle il doit être considéré comme dangereux.

Il faut aussi être conscient que les blessures résultant d'une perforation par un jet d'eau sous HP sont toujours très graves (destruction rapide des tissus pouvant conduire à la gangrène, diffusion de l'eau et des produits transportés par l'eau dans l'organisme, développement d'infections très graves). Il faut donc prendre les mesures de sécurité qui s'imposent. Une étude récente montre que les blessures par action du jet sont parmi les plus fréquentes pendant le travail au jet d'eau sous HP (représentant 17 % de l'ensemble des blessures) et qu'elles touchent surtout les membres inférieurs (75 % des cas).

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes doivent être envisagées :

1. Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent être adéquatement formés quant à l'utilisation des équipements de projection d'un jet d'eau sous HP.

2. Dans la mesure du possible, prévoir un espace suffisant pour effectuer tous les travaux au jet d'eau sous HP. Un espace approprié permettra à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP d'adopter une bonne posture de travail et ainsi d'avoir un meilleur contrôle de son accessoire de projection.

3. Là où l'espace est restreint entre plusieurs postes de travail, utiliser des écrans de protection afin d'isoler chacun des postes et ainsi de protéger les travailleurs des postes adjacents à celui où se fait du travail au jet d'eau sous HP.

4. S'assurer dans la mesure du possible que le travail est fait à partir d'une surface stable, plane et antidérapante afin que le travailleur puisse maintenir un bon équilibre en tout temps.

5. Dans les endroits où l'espace est restreint (ex. : réservoirs), favoriser l'utilisation d'équipements de nettoyage à distance ou automatisés.

6. Appliquer la pression graduellement ou choisir des équipements permettant l'augmentation graduelle de la pression afin d'éviter les coups ou les secousses risquant de faire perdre l'équilibre.

7. Adopter un régime d'alternance travail-repos qui évite une fatigue excessive pouvant mener à une perte de contrôle de l'accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP (voir la section 4.1.7).

8. Utiliser un système permettant une communication claire – signes ou radio – entre les coéquipiers lorsque le travail est effectué à deux (ex. : travail au pistolet). Lorsqu'un relais est utilisé (voir la section 5.1), la communication doit obligatoirement se faire par radio entre le relais et le membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP posté près du camion.

9. Éviter dans la mesure du possible toute manœuvre qui pourrait surprendre l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise l'accessoire de projection (ex. : interdire l'accès à la zone de travail aux personnes non autorisées).

10. S'assurer que le coéquipier se trouve toujours à proximité d'une commande de dépressurisation d'urgence facile d'accès et dont l'action est rapide.

11. S'assurer que toutes les pièces qui risquent d'être mises en mouvement sous l'action du jet sont fixées solidement. L'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ne doit jamais utiliser ses pieds pour maintenir en place une pièce à nettoyer (ex. : utiliser les fourches d'un chariot élévateur pour stabiliser une pièce à nettoyer).

12. S'assurer que tous les équipements sont toujours correctement entretenus et vérifiés et que les montages sont bien faits pour éviter les fuites sur le circuit de distribution du jet d'eau sous HP. Monter la pression graduellement pour déceler les fuites sur le circuit et le cas échéant, désactiver le système et le réparer dès qu'une fuite est détectée (sections 5.5 et 5.6).

13. S'assurer que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP utilise toujours la buse et la pression la plus faible permettant d'effectuer le travail de façon efficace.

4.1.1.1 Travail au pistolet

C'est le travail au pistolet qui comporte le plus de risques de perforation ou de coupure par action du jet. Ces risques sont habituellement attribuables aux fausses manœuvres, à des comportements dangereux ou à des défaillances des équipements. Par exemple, on peut noter les situations suivantes :

- la main du travailleur qui glisse accidentellement vers la buse en actionnant un pistolet court, que ce soit de façon volontaire ou accidentelle ou à la suite d'une perte de contrôle du pistolet causée par une perte d'équilibre (trébuchement, chute, glissade, variation de pression dans le système HP en raison d'une défaillance);

- le jet d'eau qui passe sur les pieds pendant le nettoyage au niveau du sol à l'aide d'un pistolet court dans un endroit restreint ou lorsque le travailleur se déplace;

- le risque d'être heurté par un objet déséquilibré pendant le nettoyage d'une pièce ou par un objet délogé par le jet d'eau comme une plaque de rouille ou des écailles (*scale*);

- le retour vers le travailleur du jet d'eau chargé de particules ou de produits chimiques.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes doivent être envisagées lors du travail au pistolet :

1. Il faut utiliser de préférence un canon ou une lance plus longs lorsque c'est possible (éviter

les pistolets à canon court parce qu'ils présentent beaucoup plus de risques). On choisira la longueur du canon de façon que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ne puisse pas passer sa main devant la buse pendant le travail. De plus, le canon devra être suffisamment long pour que l'opérateur ne puisse pas faire passer la buse au-dessus de ses pieds : la buse doit toucher le sol avant d'approcher les pieds à moins de 50 cm (20 po). La norme ASTM-E1575-98 recommande un canon d'une longueur minimale de 1,2 m (48 po).

2. Si les travaux nécessitent l'usage d'un canon plus court que ce qui est prescrit précédemment, le pistolet doit être muni d'une commande à deux mains (utilisation simultanée des deux mains pour actionner le jet d'eau). Ce type de commande permet d'interrompre le jet d'eau dès que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP perd le contrôle du pistolet ou qu'il perd l'équilibre. Ce type de commande est absolument obligatoire si une buse couteau est utilisée sur un pistolet à canon court.

3. Si les travaux nécessitent l'usage d'un canon court, l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP devra porter un équipement de surprotection correctement ajusté au-dessus du pied et sur le bas de la jambe (équipement de protection individuelle qui s'installe par-dessus la botte de travail).

4. Lorsque le canon est équipé d'une tête à buses rotatives, un dispositif de protection doit être prévu pour protéger cet accessoire des chocs qui pourraient l'endommager et ainsi induire des mouvements incontrôlables du pistolet.

5. Lors du perçage d'une structure par jet d'eau avec ou sans abrasif (*wet sandblasting*), il faut s'assurer de ne pas causer de dommages aux objets ou de blessures à des personnes situées de l'autre côté de la structure lorsque la buse y débouche.

4.1.1.2 Travail au furet

Le travail au furet comporte aussi des risques de perforation ou de coupure par l'action du jet particulièrement dans les situations suivantes :

- Lors du retrait du furet, la buse sort de la conduite à nettoyer sans que la pression d'eau soit coupée.
- La buse se retourne dans la conduite et revient vers l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP sans qu'il s'en aperçoive (effet boomerang).
- La buse sort par une autre ouverture de la conduite.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes doivent être envisagées lorsque le travail s'effectue avec un furet :

1. S'assurer que la buse est en bon état (aucun trou bouché). Si une tête de nettoyage à buses multiples est utilisée, s'assurer que toutes les buses sont en bon état.

2. Utiliser un dispositif mécanique de retenue du furet sur la conduite à nettoyer. Un tel dispositif permet de faire avancer et reculer le furet facilement tout en le retenant lorsqu'il arrive près de l'entrée de la conduite. Un déflecteur ou un écran de protection sur le dispositif de retenue protégera le travailleur contre les projections.

3. Si un dispositif mécanique de retenue du furet n'est pas utilisé, s'assurer que les équipements utilisés pour le nettoyage au furet sont sécuritaires :

   - Ils permettent à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP de savoir à quelle distance la buse se situe par rapport à ses mains (section marquée clairement sur le boyau) : utiliser un repère signalant à l'opérateur que la buse est proche, par exemple, une bande colorée ou une marque (collets, ruban de couleur hautement adhésif) solidement fixée

au boyau. Le repère ne doit pas être situé à moins de 60 cm (24 po) de la buse.

- Installer une section de tube rigide à l'extrémité du boyau HP juste avant la buse pour éviter que celle-ci se retourne dans la conduite. La longueur de la section rigide doit être au moins égale au diamètre de la conduite à l'endroit le plus grand et préférablement égale à 1,5 fois le diamètre de la conduite à l'endroit le plus grand.

- Un déflecteur ou un écran coulissant le long du boyau d'alimentation devrait toujours être utilisé pour protéger les mains de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP au moment de la sortie du furet de la conduite à nettoyer.

4. Ne jamais nettoyer l'entrée d'une conduite avec un furet muni de buses à jets arrières (*retrojets*) à moins qu'un déflecteur ou un écran de protection approprié ne soit installé. Si aucune protection n'est utilisée, nettoyer l'entrée de la conduite en utilisant un autre moyen que le furet.

5. Toujours insérer la buse à l'intérieur de la conduite avant d'appliquer la pression et en interrompre l'application avant de retirer la buse de la conduite.

4.1.1.3 Travail avec des appareils de nettoyage des réservoirs

Le travail avec des appareils de nettoyage des réservoirs comporte des risques d'être heurté par les jets d'eau sous HP si l'appareil est alimenté avant qu'il soit engagé dans le réservoir ou lorsque l'alimentation n'est pas coupée avant que l'appareil soit retiré du réservoir. De plus, les jets d'eau peuvent atteindre l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ou toute autre personne par des orifices ou des ouvertures mal bouchés.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes devraient être envisagées :

1. S'assurer de toujours utiliser un dispositif de fixation de l'appareil sur l'ouverture du réservoir. L'appareil doit être conçu de telle façon que les jets ne puissent pas être actionnés tant que le dispositif n'est pas solidement fixé en place.

2. S'assurer que toutes les ouvertures et les orifices sont correctement bouchés avant de mettre l'appareil en marche.



Traumatismes divers

Le travail au jet d'eau sous HP comporte des risques de traumatismes, de contusions ou de plaies causés par :

- la projection d'un objet ou de débris mis en mouvement par l'action du jet;
- un coup de fouet du boyau lui-même ou lors du démontage d'un boyau ou de son raccord ou de la rupture d'un raccord pendant que le système est sous pression;
- la perte de contrôle de l'accessoire de projection pendant qu'il est alimenté (ex. : éjection brutale d'une lance après formation d'une « poche de pression », pistolet modifié ou mal entretenu, alimentation d'un pistolet muni d'un coude de 90° à l'extrémité de son canon, fermeture de l'alimentation en eau immédiatement suivie d'une réouverture de l'alimentation);
- l'action du jet lui-même, du fait de sa puissance (après qu'il a perdu son pouvoir perforant).

Les coups de fouet sont souvent à l'origine d'accidents graves en raison de la vitesse importante acquise par l'extrémité libre du boyau qu'il est impossible d'esquiver. Les traumatismes qui en résultent peuvent être mortels (ex. : hémorragies internes).

Les objets ou les débris projetés par un jet d'eau sous HP, parce qu'ils constituent des éléments solides, sont souvent dangereux sur une distance bien plus importante que ne l'est le jet lui-même et il faut donc en tenir compte lors de l'évaluation du risque et du choix des mesures de protection.

Le retour d'une partie du jet peut aussi entraîner vers l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous

HP des particules à une vitesse telle qu'elles peuvent provoquer des blessures graves aux yeux ou s'incruster dans sa peau s'il n'est pas suffisamment protégé.

Une étude récente montre que les blessures les plus fréquentes (23 % des blessures) pendant le travail au jet d'eau sous HP sont le résultat de projections de débris dans les yeux et à la tête (Imbeau, Montpetit et Bergeron, 2001).

L'étude mentionne aussi qu'une forte proportion de ces blessures est attribuable au fait que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ne porte pas sa visière durant le travail (visière relevée pour voir) en raison de la visibilité réduite que provoque l'accumulation de débris et de substances souvent associée à un éclairage insuffisant dans les espaces restreints ou confinés.

Enfin, un jet à fort débit qui ne présente plus de risque de perforation en raison de la grande distance qui sépare le point d'impact de la buse pourrait encore causer un traumatisme important (lésions graves aux yeux, aux oreilles, etc.) s'il venait à être dirigé vers une personne.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes doivent être envisagées :

1. Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent être correctement formés quant à l'utilisation des équipements.

2. Prévoir une protection appropriée de la tête et des yeux (par exemple une visière) et du corps, et maximiser la visibilité durant le travail, lorsque c'est possible, afin :

    - de permettre à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP utilisant un pistolet de nettoyer sa visière au besoin;

    - d'assurer un éclairage suffisant au poste de travail et de prévoir un éclairage d'appoint au besoin;

    - d'assurer une ventilation suffisante pour permettre d'évacuer rapidement le brouillard d'eau, particulièrement lorsque le travail est effectué dans un espace fermé.

3. Prévoir un espace suffisant lorsque c'est possible pour exécuter tous les travaux au jet d'eau sous HP. Un espace approprié permettra à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP d'adopter une bonne posture de travail et ainsi d'avoir un meilleur contrôle de son équilibre en cas d'imprévu. Un espace approprié permettra aussi à l'opérateur de travailler plus loin de la surface d'impact et donc de réduire le risque lié à la réflexion du jet d'eau et à la projection de débris.

4. S'assurer dans la mesure du possible que le travail est fait à partir d'une surface stable, plane et antidérapante afin que le travailleur puisse maintenir un bon équilibre en tout temps.

5. Utiliser de préférence des équipements de nettoyage à distance ou automatisés (ex. : réservoirs) dans les endroits où l'espace est restreint.

6. Adopter un régime d'alternance travail-repos qui évite une fatigue excessive pouvant mener à une perte de contrôle de l'accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP (voir la section 4.1.7).

7. Appliquer la pression graduellement ou utiliser de préférence des équipements permettant d'augmenter graduellement la pression afin d'éviter les coups ou les secousses risquant de faire perdre l'équilibre au travailleur ou de le blesser.

8. **Ne jamais utiliser** de montages entraînant un déséquilibre des forces appliquées sur les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP manipulés par un opérateur. Par exemple, l'ajout d'un coude à 90° au bout du canon d'un pistolet afin d'atteindre un endroit difficile d'accès est strictement interdit.

9. S'assurer que le coéquipier se trouve toujours à proximité d'une commande de dépressurisation d'urgence facile d'accès et à action rapide.

10. S'assurer que toutes les pièces qui risquent d'être mises en mouvement sous l'action du jet sont fixées solidement. L'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ne doit jamais utiliser ses pieds pour maintenir en place une pièce à nettoyer (ex. : utiliser les fourches d'un chariot élévateur pour retenir une pièce à nettoyer).

11. S'assurer que tous les équipements sont toujours correctement entretenus et vérifiés et que les montages sont bien faits pour éviter les ruptures ou les démontages sur le circuit de distribution du jet d'eau sous HP. Augmenter la pression graduellement pour détecter les fuites sur le circuit et, le cas échéant, fermer le système et le réparer dès qu'une fuite est détectée (sections 5.5 et 5.6).

12. S'assurer que les douches oculaires ou de secours sont disponibles à proximité de la zone de travail selon la nature des risques pour les yeux et la peau auxquels les travailleurs sont exposés (RSST, article 75). Ces équipements doivent être entièrement fonctionnels, clairement désignés et faciles d'accès (RSST, article 76). Des installations sanitaires (toilettes, lavabos) doivent aussi être accessibles (RSST, articles 161 à 165). Il faut en outre s'assurer avant le début des travaux que les membres de l'équipe en nettoyage au jet d'eau sous HP connaissent bien l'emplacement et le mode de fonctionnement de ces dispositifs et installations. Pour plus de détails concernant le type d'équipement requis et le niveau de proximité du poste de travail, voir la section 4.1.5.

13. S'assurer que la pression la plus faible permettant de faire le travail de façon sécuritaire, mais efficace, est utilisée.

14. S'assurer de l'utilisation de sangles de retenue appropriées.

Il nous semble important d'entreprendre des recherches sur les systèmes d'éclairage qui conviennent au travail au jet d'eau sous HP et plus globalement sur les moyens d'améliorer la visibilité durant ce travail (conception de la visière et moyens de la nettoyer durant le travail) pour être en mesure de formuler des recommandations plus précises sur cet aspect des mesures de prévention.

4.1.2.1 Travail au pistolet

Le travail au pistolet comporte des risques de traumatismes divers, particulièrement lors de la perte de contrôle du pistolet.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures qui précèdent et celles qui suivent doivent être prises :

1. Fournir des écrans s'installant sur le canon du pistolet à environ 30 cm (12 po) de la buse. De tels écrans permettent de réduire le risque lié aux retours du jet et aux projections de débris vers le travailleur.

2. Préférer une technique permettant de diriger le jet à angle par rapport à la surface à nettoyer pour réduire les retours de débris vers le travailleur.

3. Installer une enveloppe ou une gaine de protection (*whip*) recouvrant la jonction entre le boyau d'alimentation et le pistolet. Cette gaine protégerait l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP dans l'éventualité où le raccord céderait à cet endroit au cours du travail.

4.1.2.2 Travail au furet

Le travail au furet comporte aussi des risques de traumatismes divers, notamment lorsque la buse est éjectée brutalement au cours d'une opération si la conduite est bouchée ou lorsque des débris sont projetés vers l'arrière au moment de retirer la buse de la conduite.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures décrites précédemment de même que celles de la section 4.1.1.2 devraient être prises.

4.1.2.3 Travail à la lance

Le travail à la lance comporte les mêmes risques de traumatismes divers que le travail au furet. Il comporte de plus le risque associé à la projection de la lance vers l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP lorsqu'il se forme une « poche de pression » dans la canalisation à nettoyer.

Mesures de prévention

Afin de prévenir les risques associés au travail à la lance, les mesures décrites précédemment devraient être envisagées. De plus, il faut :

1. S'assurer que le diamètre de la lance et celui de la buse sont suffisamment petits par rapport à celui de la canalisation à nettoyer pour que les débris et l'eau puissent être évacués facilement pendant le nettoyage.

2. Dans le cas du travail à la lance verticale, s'assurer que les pieds du travailleur sont toujours plus élevés que l'entrée de la canalisation à nettoyer (si la lance sortait accidentellement de la canalisation sous pression, les jets ne pourraient pas atteindre les jambes de l'opérateur).

4.1.2.4 Travail au chariot de nettoyage

Le travail au chariot de nettoyage comporte des risques associés aux projections en sa périphérie lorsque le travail est fait au sol. Lorsque le travail est fait sur des parois verticales, le travailleur risque de recevoir des débris ou d'être heurté par le jet si le chariot vient à s'écarter de la paroi.

Mesures de prévention

Afin de prévenir les risques associés à ce type d'accessoire de projection sous HP, les mesures suivantes s'imposent :

1. S'assurer que les dispositifs de protection contre les projections provenant du chariot sont toujours en bon état.

2. Il faut dépressuriser le système HP dès que le chariot doit être déplacé pour franchir un obstacle au sol.

3. S'assurer que les chariots utilisés sur des parois verticales sont munis d'un dispositif interrompant l'alimentation dès que le chariot s'écarte de la paroi à nettoyer. Ce dispositif n'est pas nécessaire si les jets d'eau sont conçus de telle façon qu'ils ne peuvent atteindre l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP lorsqu'il actionne l'équipement.

4.1.2.5 Travail avec un hydroéjecteur

Le travail avec un hydroéjecteur comporte des risques de traumatismes principalement par le fouettement du boyau d'évacuation et la projection de débris par ce boyau s'il n'est pas correctement fixé ou maintenu.

Mesures de prévention

Les principales mesures préventives consistent donc :

1. à s'assurer que les boyaux sont correctement fixés ou maintenus, particulièrement lorsque le débit est élevé, et à voir à ce que la pression ne soit pas appliquée tant que les boyaux ne sont pas correctement fixés;

2. à s'assurer que les projections de débris n'atteignent pas l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ou toute autre personne.



Bruit excessif

Les équipements utilisés pour le travail au jet d'eau sous HP – que ce soit le jet d'eau lui-même ou le groupe moteur-pompe – peuvent produire un bruit supérieur à 90 dB(A), la limite maximale pour un bruit continu pendant une période de 8 heures. Comme la journée de travail peut souvent être plus longue, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent porter des protecteurs auditifs. Une exposition prolongée à ces niveaux de bruit est susceptible de provoquer des dommages irréversibles au système auditif si aucune précaution particulière n'est prise. Le bruit peut aussi être à l'origine d'une mauvaise communication entre les membres de l'équipe, laquelle peut entraîner des risques comme ceux qui sont décrits aux sections précédentes.

Mesures de prévention

Les lignes qui suivent présentent les principales mesures de prévention visant à éliminer ou à réduire les risques liés au bruit :

1. Appliquer les mesures prévues à la section XV du RSST (articles 130 à 141) portant sur le bruit.

2. Lorsque le bruit excède les normes établies aux articles 131 à 135 du RSST, tout travailleur doit, conformément à l'article 137, porter un protecteur auditif.

3. Utiliser des appareils radio lorsque le bruit nuit à la communication (ex. : utilisation d'un système de radios portatives munies d'écouteurs et de micros). La communication radio ne doit jamais remplacer le contact visuel constant entre l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise l'accessoire de projection et son coéquipier qui le surveille.

Toutefois, il est possible que certaines situations exigent des mesures particulières.

La question du bruit pendant les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP devrait faire l'objet d'une étude plus approfondie afin de faire ressortir les approches qui assurent à la fois les meilleurs moyens de prévention des risques et une communication claire entre les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP selon le contexte de l'intervention. Une telle étude permettrait également de faire ressortir, le cas échéant, les sujets de recherche pertinents.



Présence ou utilisation de l'électricité

Les risques liés à la présence ou à l'utilisation de l'électricité peuvent être classés en trois grandes catégories :

- l'électrocution entraînant l'arrêt cardiaque, donc la mort de l'individu;
- l'électrisation, décharge électrique reçue par le corps humain, n'entraînant pas l'arrêt cardiaque, mais occasionnant des contractions violentes des muscles causant dans la plupart des cas la chute de l'individu avec les risques que cela comporte (voir les sections 4.1.1 et 4.1.2);
- les brûlures cutanées, plus ou moins étendues, sur les zones ayant été en contact avec la source de courant.

Le risque électrique vient du contact direct ou indirect avec une pièce sous tension, par exemple lorsque le jet atteint un équipement resté sous tension. Aucune enveloppe ou protection habituelle comme l'isolation des câbles électriques ne présente une étanchéité ou une protection suffisante contre un jet d'eau sous haute pression produit par un accessoire de projection. Le travail en milieu humide et parfois conducteur augmente le niveau du risque d'origine électrique. Enfin, les défectuosités du matériel de nettoyage au jet d'eau sous HP actionné électriquement peuvent être à l'origine de ce type de risques.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes doivent être envisagées :

1. Donner une formation adéquate aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP en ce qui a trait aux risques électriques.

2. Utiliser des équipements étanches et bien protégés (ex. : éclairage d'appoint).

3. Mettre hors tension et cadenasser tous les appareils ou sources de courant dans la zone de travail et à proximité (voir la section 4.1.9 sur le cadenassage). S'assurer que le système est au point mort.

4. Lorsqu'il est impossible d'appliquer cette dernière mesure, il faut :

   - isoler les équipements et les protéger correctement contre le jet d'eau sous HP (ex. : portes, barrières, écrans, capots);

   - assurer l'interconnexion de toutes les masses et parties métalliques du générateur HP et en

assurer la mise à la terre. La mise à la terre s'effectue en liant le camion directement à la terre ou en le liant à un objet déjà mis à la terre qui conduira l'électricité. Il pourra s'agir entre autres d'une plaque métallique enterrée, d'un système souterrain de conduites métalliques ou d'un bâti de construction métallique mis à la terre;

- mettre à la terre les accessoires de projection du jet d'eau sous HP (ex. : pistolet) en utilisant du fil de cuivre n° 4 (EUSA, 1983). Dans le cas d'un pistolet, celui-ci doit être mis à la terre par l'extrémité du canon (c'est-à-dire près de la buse). S'il travaille à partir du sol, l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise l'accessoire de projection devrait travailler sur un tapis de sol métallique auquel son accessoire est relié, de sorte que ses mains et ses pieds soient au même potentiel. Le tapis de sol doit être mis à la terre. Si le pistolet n'est pas utilisé à partir du sol, la structure utilisée doit être mise à la terre et le pistolet doit y être relié électriquement;

- s'assurer que toutes les connexions de mise à la terre et de liaison électrique sont faites de métal nu sur métal nu. Il faut retirer toute la poussière, la peinture, la rouille et la corrosion des points de contact. La mise à la terre doit être vérifiée à l'aide d'un ohmmètre régulièrement durant les travaux. La figure 16 décrit de façon schématique les différentes connexions dans une telle situation;

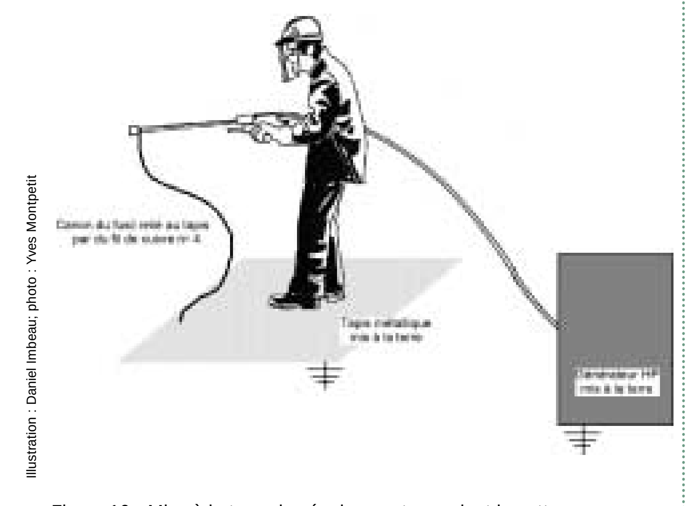


Illustration : Daniel Imbeau; photo : Yves Montpetit

Figure 16. Mise à la terre des équipements pendant le nettoyage à proximité de lignes à haute tension

- s'assurer que le travailleur est correctement isolé de toute transmission d'énergie électrique que ce soit par ses équipements ou par l'environnement (ex. : plancher mouillé). Par exemple, il faut utiliser des équipements de protection individuelle assurant une bonne isolation (ex. : gants et bottes appropriés et secs) au moment du démontage des écrans et des capots protégeant les équipements électriques, puisque à cette étape, qui suit celle des travaux de nettoyage, la conductivité électrique est maximale étant donné que tout est mouillé dans la zone de travail;

- lorsque c'est possible, protéger chaque ligne d'alimentation des circuits de distribution du jet d'eau sous HP par un dispositif différentiel à haute sensibilité;

- tous les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP actionnés électriquement doivent être inspectés chaque jour afin d'y déceler les dommages externes. Il faut porter une attention particulière aux connexions, boîtiers de jonction, interrupteurs et câbles d'alimentation. Ces composantes doivent être à l'épreuve de l'eau (*waterproof*);

- toute défectuosité réelle ou apparente d'un équipement appartenant au client ou à l'entreprise de nettoyage doit être signalée par les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP pour que les réparations nécessaires soient faites.



4.1.5 Contamination par des substances chimiques ou biologiques

Le travail de nettoyage au jet d'eau sous HP expose les travailleurs à des risques de contamination par des substances chimiques et biologiques étant donné que les matières et les substances à nettoyer peuvent être très variées. Si ces risques ne sont pas maîtrisés, les accidents suivants peuvent se produire :

- L'asphyxie, phénomène particulièrement insidieux, souvent mortel, qui survient sans aucun signe avant-coureur pouvant alerter la victime.

- Les intoxications par inhalation ou par contact, susceptibles de provoquer des irritations, des allergies, des accidents pulmonaires et des empoisonnements.

- Les brûlures chimiques, provoquées par le contact direct avec des produits corrosifs, qui détruisent la peau, les muqueuses oculaires ou respiratoires et provoquent des lésions plus ou moins graves en fonction de la nature du produit, de sa concentration, de la durée du contact, de la surface du corps atteinte. Ici, de tels accidents ont principalement pour causes :

  - la réaction de certaines substances avec l'eau, entraînant soit une libération de gaz, soit la formation d'acide dont les projections et les brouillards peuvent être dangereux, même à faibles doses;

  - l'accumulation de gaz ou de vapeurs toxiques dans des zones auxquelles le travailleur utilisant l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP doit accéder (réservoirs, égouts, souterrains);

  - l'accumulation de gaz ou de vapeurs toxiques dans une poche et la libération soudaine de ceux-ci à la suite de la désobstruction d'un conduit.

- Des infections ou le développement de maladies.

  Dans les situations particulières où il y a nettoyage au jet d'eau sous haute pression dans des milieux contenant des eaux usées non traitées (ex. : égouts), le travailleur peut être exposé à des micro-organismes se trouvant dans des matières fécales humaines. Les travailleurs y sont surtout exposés lorsqu'ils sont éclaboussés au visage. Les micro-organismes présents peuvent alors entrer par leur bouche.

  Les travailleurs peuvent aussi avaler des micro-organismes si leurs vêtements ont été souillés, puis touchés avec les mains, et si, par la suite, ils ont mangé, bu, fumé ou se sont mis les mains dans la bouche, sans les avoir lavées préalablement.

  Ces micro-organismes causent des infections se manifestant sous forme de maux de cœur, de vomissements ou de diarrhées. Les infections sont habituellement de courte durée (quelques jours) et peuvent amener le travailleur à consulter un médecin.

  Certains micro-organismes peuvent toutefois causer des infections plus graves et plus prolongées; c'est le cas de l'hépatite A. Une fois que le virus de l'hépatite A a pénétré dans l'organisme humain, il peut prendre de deux à sept semaines pour se manifester. Les symptômes les plus fréquents sont les suivants : une grande fatigue, de la fièvre, une jaunisse (peau et blanc des yeux jaunes), des maux de tête, des nausées et des vomissements, des maux de ventre, des douleurs articulaires et des éruptions cutanées. La maladie dure habituellement de quelques jours à quelques semaines. Les deux tiers (66 %) des personnes infectées guérissent en moins de deux mois, sans séquelles.

  Le risque de tétanos existe lorsqu'une blessure ou une plaie non cicatrisée est en contact avec de la terre, ou lorsqu'une blessure est causée par un objet coupant ou pénétrant (échardes, clous, piqûres, etc.) contenant de la terre. Le tétanos est une maladie grave causée par un micro-organisme qui libère dans l'organisme une substance toxique. Celle-ci attaque le système nerveux, le cœur et les poumons. La maladie peut être mortelle dans 30 % des cas. Le micro-organisme se trouve principalement dans la terre et la poussière et peut contaminer une personne par toute plaie ouverte.

Mesures de prévention

L'exposition prolongée à certains agents chimiques ou biologiques peut entraîner des effets à long terme sur la santé. Il est donc très important de s'assurer que les travailleurs sont toujours correctement protégés. Les mesures à envisager pour prévenir ces risques comprennent notamment les suivantes :

1. Vacciner les travailleurs en se basant sur l'état actuel des connaissances médicales. La vaccination pour tous est recommandée contre le

tétanos et la vaccination pour les travailleurs exposés est préconisée contre le virus de l'hépatite A. Un adulte déjà vacciné durant son enfance contre le tétanos ne doit recevoir qu'une dose de rappel tous les dix ans. Une personne qui n'a jamais été vaccinée doit recevoir trois doses de vaccin, suivies d'un rappel tous les dix ans.

La pertinence de la vaccination contre le virus de l'hépatite A est à évaluer par les équipes de santé au travail des CLSC. L'importance et la fréquence des expositions aux éclaboussures d'eaux usées doivent également être considérées. Le vaccin contre le virus de l'hépatite A ne contient aucun virus vivant et ne peut causer la maladie. Sécuritaire et très efficace, il protège de 95 % à 100 % des personnes qui reçoivent les deux doses à six mois d'intervalle. Selon les connaissances actuelles, on estime qu'une personne est ainsi protégée durant toute sa vie active.

2. S'assurer que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP ont reçu une formation appropriée sur l'entretien de base et l'utilisation des équipements de protection individuelle de même que sur l'utilisation d'équipements de protection spécialisés (ex. : appareil de protection respiratoire).

3. S'assurer que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP ont reçu une formation appropriée sur les propriétés des agents chimiques et biologiques et leurs effets sur la santé. Une formation sur le SIMDUT et sur le transport de matières dangereuses (TMD) semble constituer un minimum obligatoire.

4. Fournir aux travailleurs les renseignements nécessaires pour qu'ils puissent reconnaître les symptômes des affections les plus courantes.

5. S'assurer que les travailleurs connaissent à l'avance les produits qu'ils ont à nettoyer pour qu'ils puissent prévoir les moyens de se protéger correctement : ceci oblige notamment le client chez qui sont effectués les travaux de nettoyage à fournir à l'avance à l'entreprise de nettoyage les fiches signalétiques des produits en cause, et à s'assurer que celles-ci sont jointes à la fiche de travail remise au chauffeur-opérateur.

6. S'assurer que des équipements de protection individuelle appropriés et en bon état sont toujours disponibles et correctement utilisés.

7. Pour les produits particulièrement toxiques ou corrosifs (ex. : soude caustique), des gants et des vêtements de protection (ex. : imperméables) neufs et adaptés aux travaux à effectuer doivent toujours être disponibles en quantité suffisante.

8. Pour les autres produits, les EPI peuvent être réutilisés uniquement s'ils sont lavés et désinfectés régulièrement par du personnel qualifié. La désinfection d'un équipement signifie qu'il est lavé avec une solution à base d'eau de javel ou avec un autre produit sanitaire équivalent (RSST, article 152). Les principes énoncés dans l'Appendice F de la norme CSA Z94.4-93, « Choix, entretien et utilisation des respirateurs », peuvent être utilisés pour établir les grandes lignes d'un programme de nettoyage et de désinfection des EPI.

9. Des EPI spécialisés (ex. : système à adduction d'air) doivent être disponibles si la situation l'exige.

10. Dans tous les cas, il faut se reporter aux fiches signalétiques des produits qui se trouvent dans l'endroit à nettoyer pour choisir les EPI.

11. Appliquer les mesures d'hygiène personnelle requises :

    - éviter de mettre les doigts dans les yeux, la bouche et les oreilles;
    - se laver soigneusement les mains, se brosser les ongles et garder les ongles courts;
    - se laver les mains avant de manger, de boire ou de fumer;
    - traiter immédiatement les blessures : nettoyer et désinfecter soigneusement

toutes les plaies et les coupures même légères et consulter un médecin qui décidera des soins à donner;

- prendre une douche à la fin de chaque quart de travail et laisser ses vêtements de travail sur place;

- ranger les vêtements de travail et les vêtements de ville dans des casiers séparés;

- nettoyer les vêtements périodiquement.

12. Se doter d'une procédure de travail (ou appliquer celle du donneur d'ouvrage) pour les situations d'urgence où des substances chimiques et biologiques risquent de se trouver sur les lieux (ex. : déversement).

13. S'assurer que les **douches oculaires** ou **de secours** sont disponibles à proximité de la zone de travail selon la nature des risques pour les yeux et la peau auxquels les travailleurs sont exposés (RSST, article 75). Ces équipements doivent être entièrement fonctionnels, clairement désignés, faciles d'accès (sans obstacle le long du trajet à suivre pour s'y rendre) et situés au même niveau que le lieu de travail (RSST, article 76). Il faut en outre s'assurer avant le commencement des travaux que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP connaissent bien l'emplacement et le mode de fonctionnement de ces dispositifs et installations.

La réglementation en matière de santé et de sécurité de la Colombie-Britannique (1998) et la norme ANSI Z358.1-1998, « Emergency Eyewash and Shower Equipment », fournissent des principes permettant de déterminer le type d'équipement ou d'installation d'urgence à prévoir et sa proximité du poste de travail. Ces paramètres sont précisés d'abord en établissant le niveau de risque à partir du tableau 2 et, ensuite, en utilisant le tableau 3 (WCBBC, 1998). L'annexe III présente différents types de douches oculaires.

Dans la mesure du possible, des installations permanentes alimentées par de l'eau provenant d'un réseau d'adduction et de distribution d'eau (aqueduc) devraient toujours être mises à la disposition des travailleurs. Dans tous les cas, préférer les installations permanentes fonctionnelles et régulièrement vérifiées chez le client. Lorsque les installations permanentes ne sont pas disponibles ou accessibles selon les critères du tableau 3, des unités portatives et autonomes doivent être prévues. Pour les **douches oculaires portatives,** de l'eau potable ou une solution saline isotonique doit être utilisée. Il faut s'assurer que ces unités portatives peuvent répondre aux critères du tableau 2 établis selon le niveau de risque.

Tableau 1 : Détermination du niveau de risque

Niveau de risque	Nature de l'exposition
Élevé	Exposition à des produits corrosifs ou à d'autres matières dangereuses à des quantités ou à des concentrations présentant un risque de dommage irréversible aux yeux ou à la peau ou susceptibles de causer une irritation grave ou un problème de santé sérieux en raison d'une absorption rapide par les yeux ou la peau.
Moyen	Exposition à des produits ou à d'autres matières à des quantités ou à des concentrations présentant un risque d'irritation ou de dommage réversible aux yeux ou à la peau ou susceptibles de causer un problème de santé en raison d'une absorption par les yeux ou la peau.
Faible	Exposition à des produits ou à d'autres matières à des quantités ou à des concentrations présentant un risque d'irritation légère des yeux ou de la peau.

Tableau 2 : Détermination du type d'équipement nécessaire

Niveau de risque	Yeux	Peau
Élevé	Type : Douche oculaire fournissant de l'eau tempérée en flot continu durant au moins 15 minutes (ou plus selon la nature du produit) à un débit de 1,5 l/min (0,4 gal/min). Endroit : L'installation doit se trouver à une distance de marche de 5 secondes de la zone de travail, mais pas à plus de 6 m (20 pi).	Type : Douche d'urgence fournissant de l'eau tempérée en flot continu durant au moins 15 minutes (ou plus selon la nature du produit) à un débit de 75,7 l/min (20 gal/min). Endroit : Même critère relatif à l'emplacement que pour la douche oculaire et un risque élevé, sauf que la douche peut être située à plus de 6 m (20 pi) si : a) une installation supplémentaire de lavage d'urgence tel qu'un pommeau ou un boyau fournissant de l'eau non tempérée (*drench hose*) à un débit minimum de 11,4 l/min (3 gal/min) est située à moins de 6 m; et b) une douche fournissant de l'eau tempérée est disponible sur les lieux et permet de commencer à se laver dans les 5 minutes qui suivent le contact avec le produit.
Moyen	Type : Douche oculaire fournissant de l'eau tempérée en flot continu durant au moins 15 minutes à un débit de 1,5 l/min (0,4 gal/min). Endroit : L'installation doit se trouver à une distance de marche d'au plus 10 secondes de la zone de travail, mais pas à plus de 30 m (100 pi). Peut se trouver à plus de 30 m (100 pi) pourvu : a) qu'une douche oculaire supplémentaire telle qu'une douche oculaire portative ou un pommeau ou un boyau fournissant de l'eau non tempérée (*drench hose*) à un débit minimum de 11,4 l/min (3 gal/min) soit située à une distance de marche d'au plus 10 secondes du lieu de travail, mais pas à plus de 30 m (100 pi); et b) que des services de premiers soins soient accessibles et que le traitement du travailleur affecté puisse être entrepris dans les 5 minutes qui suivent le contact avec le produit.	Type : Douche d'urgence fournissant de l'eau tempérée en flot continu durant au moins 15 minutes à un débit de 75,7 l/min (20 gal/min). Endroit : Même critère relatif à l'emplacement que pour la douche oculaire et un risque moyen, sauf que la douche supplémentaire d'urgence pour les endroits situés à plus de 30 m (100 pi) doit au minimum être constituée d'un dispositif tel qu'un pommeau ou un boyau fournissant de l'eau non tempérée (*drench hose*) à un débit minimum de 11,4 l/min (3 gal/min).
Faible	Type : Un dispositif efficace pour rincer les yeux. Endroit : L'installation ou le dispositif doit se trouver à une distance de marche d'au plus 10 secondes du lieu de travail, mais pas à plus de 30 m (100 pi).	Type : Un dispositif de rinçage d'urgence tel qu'un pommeau/boyau fournissant de l'eau non tempérée (*drench hose*) à un débit minimum de 11,4 l/min (3 gal/min). Endroit : L'installation ou le dispositif doit se trouver à une distance de marche d'au plus 10 secondes du lieu de travail, mais à pas plus de 30 m (100 pi).

Toutes les **douches d'urgence** doivent être testées et vérifiées régulièrement. Les installations permanentes alimentées en eau potable doivent être purgées au moins une fois par mois afin d'éviter la prolifération des micro-organismes et ainsi en garantir la salubrité. Les unités portatives, quant à elles, doivent être vérifiées et entretenues régulièrement selon les recommandations du fabricant pour éviter la prolifération de micro-organismes. Là où il y a un risque de gel, des précautions additionnelles doivent être prises pour s'assurer que les équipements d'urgence sont opérationnels pendant toute la durée des travaux.

Dans tous les cas, les douches d'urgence doivent être conçues de telle façon qu'une fois mises en marche, le flot demeure ininterrompu sans que le travailleur ait à actionner en permanence une commande avec sa main ou son pied.

14. Lorsqu'elles sont présentes chez le client, les **installations sanitaires** (toilettes, lavabos, douches) doivent obligatoirement être accessibles aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP (RSST, articles 161 à 165). Si de telles installations ne sont pas disponibles ou accessibles, des installations temporaires adéquates permettant aux travailleurs de se changer et de se laver doivent être prévues en fonction des risques associés aux produits auxquels ils sont exposés. Il va sans dire que ces aspects doivent être pris en compte dans la planification des interventions (voir la section 6.1.1).

15. L'utilisation des **masques à cartouche** comporte des inconvénients principalement parce la durée de vie des cartouches est habituellement difficile à estimer, particulièrement lorsque le taux d'humidité de l'air est élevé et que la concentration des substances chimiques ou biologiques à filtrer est très variable dans l'atmosphère, ce qui est habituellement le cas pour le nettoyage au jet d'eau sous HP (Lara et Vennes, 1998). Les conséquences d'une cartouche défectueuse et dont le contenu se décharge dans le masque du travailleur sont suffisamment sérieuses pour qu'on recommande, par mesure de prudence, lorsque c'est possible, d'utiliser des systèmes à adduction d'air pour les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP exigeant le port d'un appareil de protection respiratoire.

Dans le cas où l'utilisation du masque à cartouche est inévitable, il faut se conformer aux exigences de la réglementation (section VI du RSST, norme CSA Z94.4-93, « Choix, entretien et utilisation des respirateurs », *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*, de l'IRSST (Lara et Vennes, 1998)) et envisager notamment les mesures suivantes :

- Faire une évaluation de la concentration des substances chimiques ou biologiques à filtrer, avant les travaux de nettoyage au jet d'eau sous haute pression. Cette évaluation suppose que le donneur d'ouvrage ou l'entreprise de nettoyage a recueilli l'information nécessaire suffisamment à l'avance pour lui permettre d'estimer de façon fiable l'intervalle de remplacement des cartouches en vue d'assurer des conditions de travail sécuritaires aux opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP.

- Calculer la durée de vie des cartouches à partir de l'évaluation des concentrations et des spécifications du fabricant des cartouches.

- Fixer un intervalle de remplacement des cartouches inférieur à la durée de vie calculée. Par exemple, la cartouche pourrait être remplacée lorsque la demie de sa durée de vie est atteinte, assurant ainsi à l'opérateur un facteur de sécurité de 2.

- Remplacer les cartouches à des intervalles choisis durant l'exécution des travaux.

En outre, des mesures additionnelles devront être prises lors de la manipulation de produits présentant des risques particuliers.



4.1.6 Chutes de hauteur et de même niveau

Le travail au jet d'eau sous HP peut comporter des risques de chutes de hauteur (ex. : d'une position de travail située en hauteur ou dans une ouverture non protégée) ou de même niveau (ex. : par trébuchement sur un obstacle bas comme un boyau). Les chutes sont généralement consécutives à une glissade ou à une perte d'équilibre. Les paramètres à prendre en compte pour évaluer les risques de **chutes par glissade** sont :

- l'état des sols au cours de l'intervention : les sols boueux ou souillés de matière grasse ou liquide ou les sols soumis à des conditions atmosphériques comme l'humidité, la neige, le gel;
- la visibilité dans la zone d'intervention;
- la technique de travail utilisée.

En ce qui a trait aux **chutes par perte d'équilibre**, les paramètres à prendre en compte pour évaluer les risques sont :

- l'apparition et la disparition de l'effet de recul lorsqu'on actionne et qu'on coupe brusquement le jet;
- les variations de l'effort s'exerçant sur l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP tenu par l'opérateur (par exemple lorsque plusieurs pistolets sont raccordés simultanément à un même générateur HP);
- l'encombrement ou les irrégularités du sol;
- la présence au sol du boyau d'alimentation en eau sous pression et/ou d'un boyau relié au système de décharge (*muffler*);
- l'encombrement du sol par des objets divers comme des outils et des câbles;
- le fait que le travailleur utilisant l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP n'ait pas évalué ce risque.

Les conséquences des chutes sont habituellement aggravées par les pertes de contrôle d'un accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP et la crispation des mains sur la commande du jet (typique chez les opérateurs peu expérimentés) et par le fait que des travaux se font en hauteur (chutes de hauteur).

Mesures de prévention

1. Afin de prévenir les risques de chutes de façon générale, les mesures suivantes doivent être envisagées :

   - Dégager l'aire de travail et les voies de circulation.
   - Prévoir un espace suffisant lorsque c'est possible pour tous les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP. Un espace approprié permettra au travailleur d'adopter une bonne posture de travail et ainsi d'avoir un meilleur contrôle de son équilibre en cas d'imprévu.
   - S'assurer dans la mesure du possible que le travail se fait à partir d'une surface stable, plane et antidérapante afin que le travailleur puisse maintenir un bon équilibre en tout temps.
   - Dans les endroits où l'espace est restreint ou dont la surface n'est pas propice à assurer un bon équilibre au travailleur, utiliser de préférence des équipements de nettoyage commandés à distance ou automatisés (ex. : réservoirs).
   - Éviter, dans la mesure du possible, toute manœuvre qui pourrait surprendre le travailleur utilisant l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP (ex. : interdire l'accès à la zone de travail aux personnes non autorisées).
   - Adopter un régime d'alternance travail-repos qui évite une fatigue excessive pouvant mener à une perte de contrôle de l'équipement de projection manipulé ou à une perte d'équilibre (voir la section 4.1.7).
   - Appliquer la pression graduellement ou utiliser de préférence des équipements permettant

d'augmenter graduellement la pression afin d'éviter les coups ou les secousses risquant de faire perdre l'équilibre.

- S'assurer que tous les équipements sont toujours correctement entretenus et vérifiés afin d'éliminer le risque de mauvais fonctionnement pouvant causer la perte d'équilibre (ex. : coups de bélier).

- En hiver, s'assurer que les surfaces sont et demeurent exemptes de glace dans la mesure du possible.

2. Afin de prévenir les risques de chutes de hauteur, tout travailleur doit être protégé :

- S'il est exposé, de sa position de travail, à une chute de plus de 3 m.

- S'il risque de tomber :

- ☑ dans un liquide dangereux ou une substance dangereuse;
- ☑ sur une pièce en mouvement;
- ☑ sur un équipement ou sur des matériaux présentant un danger.

Mesures de prévention

Dans de tels cas, une ou plusieurs des mesures de prévention suivantes doivent être prises :

1. Modifier la position de travail du travailleur de manière qu'il exécute son travail à partir du sol ou d'une autre surface où il n'y a aucun risque de chute.

2. Installer un garde-corps ou un système qui, en limitant les déplacements du travailleur, fait en sorte qu'il cesse d'être exposé à une chute (RSST, article 324).

3. Utiliser, selon les dispositions prévues par le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* ou le *Code de sécurité pour les travaux de construction*, un moyen ou un équipement de protection collective (ex. : un filet) ou un système individuel d'arrêt de chute comprenant un harnais.

3. Dans tous les cas, il faut installer une cage de sécurité munie d'une plinthe autour des ouvertures du plancher et s'assurer que les moyens d'accès sont conformes aux dispositions suivantes du RSST :

   - l'article 22, s'il s'agit d'un escalier de service;

   - l'article 23, s'il s'agit d'échelles fixes;

   - les articles 26 à 30, s'il s'agit d'échelles portatives.

   Les marches sont toujours préférables aux échelons parce qu'elles offrent une meilleure surface de support au pied, mais toutes les marches ou les échelons doivent être antidérapants. Le premier échelon d'une échelle fixe devrait se situer entre 40 et 58 cm du sol (16 et 23 po). Les échelles d'accès en surplomb (inclinées vers l'arrière) sont à proscrire.



Charge de travail physique excessive (fatigue)

La fatigue excessive associée à une charge de travail lourde et/ou à une récupération insuffisante (nombre et durée des pauses insuffisants) mène invariablement à une détérioration de la coordination musculaire pouvant être à l'origine d'une perte d'équilibre ou du contrôle de la précision des gestes lors de la manipulation des accessoires de projection du jet d'eau sous HP. Dans des conditions de fatigue excessive, l'attention diminue aussi, de sorte que les accidents deviennent plus probables parce que l'opérateur n'est plus en mesure de réagir efficacement en cas d'incident.

Les paramètres à prendre en compte pour évaluer les risques liés à une charge de travail physique excessive sont :

- la posture de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP en cours de travail : elle devrait dans la mesure du possible être droite, centrée et symétrique;

- l'effort que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP doit exercer pour maintenir l'accessoire de projection (poids et réaction du jet d'eau sous HP) ou pour effectuer le travail (traction sur le furet);

- la maniabilité, le poids et l'équilibrage des masses des accessoires de projection du jet d'eau sous HP;

- l'effort que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP doit exercer sur la commande de l'accessoire de projection.

Dans certaines conditions habituellement jugées difficiles (ex. : pression et débit élevés, postures contraignantes), le travail de nettoyage au jet d'eau sous HP peut être considéré comme lourd pour une majorité de travailleurs en bonne santé. Par ailleurs, dans d'autres conditions, le travail peut être considéré comme léger ou modéré pour plusieurs travailleurs (Imbeau, Montpetit et Bergeron, 2001), alors que d'autres le trouveront plus difficile. La pénibilité d'un travail physique dépend directement de la capacité d'effort du travailleur (Astrand et Rodahl, 1986).

Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent certainement avoir une bonne santé physique générale et cardiovasculaire pour être en mesure d'effectuer ce travail sans accumuler une fatigue excessive, particulièrement lorsque les journées sont longues. Au delà de certaines conditions « limites », on peut s'attendre à ce qu'une proportion significative de la population des travailleurs en santé et ayant une bonne capacité de travail subisse une fatigue indue (Mital, Bishu et Manjunath, 1991).

Malheureusement, la documentation actuelle n'offre pas d'information qui puisse être utilisée pour établir de façon précise quelles sont ces conditions limites dans le cas du travail au jet d'eau sous HP, ce travail n'ayant jamais été mesuré. Il est donc impossible à l'heure actuelle de définir des régimes d'alternance travail-repos (organisation du temps de travail) propres au travail au jet d'eau sous HP.

Il nous semble donc important de mener une étude visant à mesurer le travail au jet d'eau sous HP dans des conditions variées afin d'obtenir les données nécessaires pour établir des régimes d'alternance travail-repos assurant un travail sécuritaire et productif. La documentation fournit quelques données pouvant être utilisées pour établir la force de recul du pistolet qui minimisera la fatigue sur des périodes de travail relativement courtes (jusqu'à une heure), et ce, selon la proportion de la population des travailleurs accommodée. Ces données relatives à la force statique ne tiennent pas compte de la composante dynamique du travail, qui n'est pas à négliger dans le cas du travail au jet d'eau sous HP.

L'annexe II permet de calculer la force de recul d'un pistolet si on connaît la pression à la sortie de sa buse (en psi) et le débit (en gal/min). Ces paramètres peuvent être facilement obtenus à partir des spécifications du fabricant des buses utilisées et des paramètres choisis pour effectuer le travail de nettoyage. Une fois la force de recul obtenue, on peut consulter l'annexe III qui donne des niveaux à ne pas dépasser selon le sexe et la proportion des travailleurs à accommoder. Ces valeurs fournissent des ordres de grandeur et doivent donc être considérées comme tel.

Mesures de prévention

En attendant d'avoir en main les données permettant de concevoir et d'organiser le travail au jet d'eau sous HP avec un minimum de fiabilité et en assurant la sécurité des travailleurs, les risques liés à la charge de travail physique excessive (fatigue) peuvent être réduits en appliquant les mesures générales suivantes :

1. Faire passer un examen de santé à chaque membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP pour s'assurer que sa condition physique convient au travail au jet d'eau sous HP. Le programme de santé de l'entreprise devrait prévoir une vérification périodique de la condition physique des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP.

2. Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent être formés en ce qui a trait aux méthodes de travail appropriées.

3. Utiliser chaque fois que c'est possible des dispositifs permettant de compenser l'effet de

recul du pistolet ou de tout autre accessoire de projection du jet d'eau sous HP afin de réduire l'accumulation de fatigue.

4. Prévoir un espace suffisant lorsque c'est possible pour tous les travaux au jet d'eau sous HP. Un espace approprié permettra à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP d'adopter une posture de travail confortable et par conséquent de mieux utiliser sa force musculaire pour contrôler l'accessoire de projection et de diminuer la fatigue.

5. S'assurer dans la mesure du possible que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP travaille à partir d'une surface stable, plane et antidérapante afin qu'il puisse maintenir un bon équilibre en tout temps.

6. Dans les endroits où l'espace est restreint, privilégier l'utilisation d'équipements de nettoyage à distance ou automatisés (ex. : réservoirs).

7. La commande du jet doit offrir une résistance aussi faible que possible et ne dépassant pas 2,4 lb (10 N) lorsqu'elle est actionnée par un doigt (l'index) ou 7 lb (30 N) lorsqu'elle l'est à pleine main.

8. Le pistolet ou la lance doit comporter une surface d'appui appropriée contre le corps (ex. : épaulière) chaque fois que c'est possible, surtout si la force de recul est supérieure à 23 lb (103 N) (Mital, Nicholson et Ayoub, 1997; Tilley, 1993; Putz-Anderson, 1988).

9. Favoriser la rotation entre les coéquipiers après une heure de travail en continu au pistolet chaque fois que c'est possible afin de limiter l'accumulation de fatigue. Une rotation toutes les deux heures peut être acceptable si le travail est peu exigeant et qu'il n'est pas fait à la chaleur (température ambiante supérieure à 21 °C, voir la section 4.1.8.2). Les durées de une et de deux heures constituent des périodes de travail durant lesquelles l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP actionne le pistolet. Le temps qu'il faut au travailleur pour mettre ses vêtements et équipements de protection est donc exclu du calcul de ces durées.

10. Utiliser la méthode de Brouha (1967) pour suivre l'évolution de la fatigue chez le travailleur au cours de la journée (voir l'annexe IV). La méthode de Brouha devrait être utilisée dès que le travail s'annonce exigeant ou qu'il sera modéré et fait à la chaleur (ex. : en été). Les travailleurs doivent savoir compter les pulsations cardiaques de façon manuelle au poignet ou à la carotide (au cou).

11. Appliquer la pression graduellement ou utiliser de préférence des équipements permettant l'augmentation graduelle de la pression afin d'éviter les coups ou les secousses qui risqueraient de faire perdre l'équilibre au travailleur ou de provoquer de la fatigue plus rapidement si le jet d'eau sous HP est actionné par intermittence.

12. Assurer régulièrement un entretien et une vérification appropriés de tous les équipements de façon à minimiser les risques de coups ou de secousses que leur utilisation peut provoquer et à assurer que les forces produites sont toujours équilibrées (ex. : réduction des efforts latéraux associés à l'obstruction des orifices ou à la déformation du canon).



Exposition à des températures extrêmes

Le travail au jet sous d'eau HP peut être réalisé dans des conditions d'ambiance très variées qui comportent des risques liés aux températures chaudes – brûlures thermiques et contraintes thermiques – ou aux températures froides (ex. : travail extérieur en hiver).

4.1.8.1 Brûlure thermique

Le risque de brûlures thermiques est habituellement associé :

- à l'échauffement de l'accessoire de projection lorsque la pression est très élevée à la sortie de la buse;
- à l'échauffement de tout ou d'une partie des accessoires, des raccords ou lors de l'utilisation d'un générateur HP équipé d'un réchauffeur mal protégé;

- à la projection d'eau chaude sur l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ou sur toute autre personne lors de l'utilisation d'un générateur HP équipé d'un réchauffeur;
- à un contact avec des équipements chauds autres que l'équipement de nettoyage lui-même (ex. : partie d'un échangeur de chaleur, d'une bouilloire, etc.).

Mesures de prévention

Afin de minimiser ce type de risques, les mesures suivantes doivent être envisagées :

1. s'assurer que les travailleurs portent toujours des gants;
2. s'assurer que les équipements industriels à nettoyer ont refroidi suffisamment avant de débuter le travail de nettoyage au jet d'eau sous HP;
3. s'assurer que les zones du réchauffeur où les opérateurs sont susceptibles de poser les mains sont adéquatement protégées;
4. protéger adéquatement toutes les surfaces chaudes autour de la zone de travail.

4.1.8.2 Travail à la chaleur

Le risque lié au travail à la chaleur ou à la contrainte thermique subie en ambiance chaude est associé à une combinaison de charge de travail physique et de conditions d'ambiance qui ne permettent pas au travailleur d'évacuer adéquatement la chaleur produite par son corps durant le travail. Lorsque le corps ne peut évacuer le surplus de chaleur produit par les muscles qui travaillent, il y a un réel risque d'atteinte à la santé et à la sécurité du travailleur (ex. : fatigue excessive ou épuisement, crampes de chaleur ou coup de chaleur).

Trois paramètres d'ambiance déterminent la contrainte thermique subie en ambiance chaude : la température ambiante élevée (qui dépend de la température de l'air et du rayonnement provenant du soleil ou de surfaces chaudes), le taux d'humidité relative de l'air ambiant et la vitesse de l'air.

Dans le cas du nettoyage au jet d'eau sous HP, l'air ambiant au poste de travail est habituellement très chargé de vapeur d'eau produite par la projection à haute vitesse du jet d'eau sur la surface à nettoyer. C'est particulièrement le cas lorsque la surface à nettoyer est encore chaude (ex. : dans un four) ou lorsque l'eau projetée est réchauffée pour en améliorer l'efficacité de nettoyage. L'humidité ambiante est donc habituellement très élevée, ce qui constitue un obstacle à l'évaporation de la sueur, soit le mécanisme principal d'évacuation de la chaleur du corps humain. Dans les endroits confinés ou restreints ou dans le cas de travaux à l'extérieur à des moments où il n'y a pas de vent, la vitesse de l'air est faible, de sorte que l'air chargé d'humidité n'est pas évacué facilement de la zone de travail. La faible vitesse de l'air contribue à réduire la capacité du corps à évacuer sa chaleur. Enfin, la température ambiante élevée (ex. : dans un four insuffisamment refroidi ou en été) nuit à l'évacuation de la chaleur produite par le corps humain durant le travail.

Dans le travail au jet d'eau sous HP, les conditions d'ambiance sont souvent défavorables parce que le travail est presque toujours réalisé dans des conditions d'humidité relative de l'air élevée et très souvent dans des endroits où la vitesse de l'air est faible. Lorsque la température ambiante est le moindrement élevée et/ou que le travail se fait au soleil, le risque lié à la contrainte thermique subie en ambiance chaude est nettement accru.

Les vêtements et équipements de protection individuelle portés par l'opérateur viennent compliquer la situation parce qu'ils constituent des obstacles majeurs à l'évacuation de la chaleur du corps. Comme ils sont imperméables (vêtement, casque et visière), ils empêchent l'évaporation de la sueur, de sorte que celle-ci reste emprisonnée à l'intérieur des vêtements et sur la peau, ce qui annule presque complètement le mécanisme de refroidissement du corps par la sudation. De plus, ces vêtements et équipements constituent des barrières aux échanges de chaleur par convection entre le corps et l'environnement. Dans ces conditions, on peut considérer plus souvent

qu'autrement que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP travaille dans des conditions d'humidité relative de 100 % et de vitesse de l'air nulle. La température ambiante (air et rayonnement) a donc un effet déterminant sur la contrainte thermique subie par l'opérateur. En somme, dans le cas du travail au jet d'eau sous HP, l'habillement contribue de façon majeure au risque lié au travail à la chaleur. Les conditions d'ambiance contribuent à accroître ce niveau de risque.

Compte tenu de ce qui précède, il faut être vigilant en ce qui a trait aux conditions d'ambiance dans lesquelles les travaux au jet d'eau sous HP sont exécutés et **ne pas hésiter à réduire la charge de travail physique et à augmenter la fréquence et la durée des pauses de récupération** afin de protéger la santé et la sécurité des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP.

Le tableau 3 qui suit fournit une indication de la température ressentie par une personne légèrement vêtue selon la température ambiante au poste de travail, et ce, pour une humidité relative de l'air égale ou supérieure à 90 % et une vitesse de l'air nulle (Steadman, 1970). Les conditions d'ambiance présentées dans ce tableau correspondent assez bien aux conditions subies sous les vêtements de protection de l'opérateur.

Ce tableau reprend une partie de l'indice de la température ressentie utilisé par le *National Weather Service* aux États-Unis pour faire prendre conscience au public du fait que la combinaison de température chaude et d'humidité est dangereuse et peut facilement entraîner des problèmes de santé et de sécurité du travail. Le tableau indique également les conséquences associées aux diverses températures ressenties. Lorsque le travail est effectué au soleil, il faut ajouter selon le niveau d'ensoleillement, entre 3 et 9 degrés à la température ressentie.

Les normes sur la contrainte thermique subie en ambiance chaude, lorsqu'elles sont appliquées correctement, permettent de protéger 95 % des travailleurs contre ce risque. C'est donc dire que si les normes sont correctement appliquées, peu de travailleurs risquent de subir les conséquences de la contrainte thermique subie en ambiance chaude.

Cependant, à l'heure actuelle, les normes sur la contrainte thermique subie en ambiance chaude ne permettent pas de tenir compte des spécificités du travail de nettoyage au jet d'eau sous HP, dont en particulier l'habillement imperméable porté. C'est le cas entre autres de l'indice WBGT utilisé dans la réglementation québécoise (Section XIII et Annexe V du RSST).

Tableau 3 : Relation entre la température ambiante et la température ressentie à 90 % et plus d'humidité, pour un travail léger

Température ambiante (°C)	Température ressentie (°C)	Effets associés (8 heures)
21	22	
24	27	27-31 °C fatigue possible dans le cas d'une exposition prolongée et/ou de l'activité physique
27	33	32-40 °C coup de chaleur, crampes de chaleur et épuisement possibles dans le cas d'une exposition prolongée et/ou de l'activité physique
29	42	41-54 °C coup de chaleur, crampes de chaleur ou épuisement probables dans le cas d'une exposition prolongée et/ou de l'activité physique
34	56	55 °C ou plus coup de chaleur très probable dans le cas d'une exposition continue

Par ailleurs, Ramsey, Bernard et Dukes-Dobos (2000), ainsi que Reneau et Bishop (1996) proposent de corriger l'indice WBGT pour tenir compte d'un **habillement de travail particulie**r en vue d'établir un régime d'alternance travail-repos permettant de protéger les travailleurs. (L'indice WBGT est applicable tel quel uniquement lorsqu'un habillement léger fait de coton ou l'équivalent est porté.) Ces auteurs proposent d'abaisser les courbes définissant des régimes d'alternance travail-repos de 6 à 10 degrés WBGT pour tenir compte d'un habillement imperméable : la valeur de 6 degrés s'appliquant à un vêtement imperméable léger fait de PVC ou de TYVEK, et celle de 10 degrés à un habit encapsulant complètement le travailleur.

Dans le cas du travail au jet d'eau sous HP, la valeur d'ajustement se situe probablement dans le haut de cette plage, soit entre de 8 et 10 degrés WBGT selon des vêtements portés par le travailleur. Par exemple, dans le cas où des gants se prolongeant jusqu'à l'épaule sont portés et où toutes les ouvertures (poignet, chevilles, côtés du visage) sont fermées pour minimiser le risque d'éclaboussure de produits hautement corrosifs sur la peau, la correction à faire est plutôt de 10 degrés. Dans de telles conditions, l'habillement plus étanche fait en sorte que la circulation de l'air y est très réduite, ce qui empêche l'évacuation de la chaleur produite par le corps durant le travail.

Il y aurait lieu de s'intéresser à la conception des vêtements utilisés pour les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP. Par exemple, les vêtements tout en étant étanches aux éclaboussures devraient comporter des ouvertures protégées permettant une certaine circulation de l'air par effet de pompage lors des mouvements du travailleur pendant son travail. Cette circulation de l'air dans les vêtements permet de faciliter les échanges thermiques et ainsi d'évacuer la chaleur corporelle produite pendant le travail. Les vêtements amples devraient être privilégiés pour cette même raison.

Par exemple, lorsque le travail au pistolet est jugé modéré et que la rotation entre les deux membres de l'équipe HP (utilisation du pistolet ou surveillance) se fait toutes les heures de travail en continu au pistolet, l'indice WBGT ne devrait pas dépasser 18,7 degrés (26,7 selon le RSST moins 8) lorsqu'un habillement minimal est utilisé et 16,7 degrés (26,7 moins 10) lorsque l'habillement le plus étanche est porté. Ces valeurs peuvent être augmentées de 3,3 degrés WBGT si le travail est jugé léger, et réduites de 1,7 degrés WBGT si le travail est lourd selon l'Annexe V du RSST. Ces valeurs supposent que le travailleur est acclimaté à la chaleur, ce qui n'est pas nécessairement le cas, le travail au jet d'eau sous HP ne se faisant pas systématiquement à la chaleur.

Ainsi, dans le cas où **le travailleur n'est pas acclimaté à la chaleur**, il faut réviser à la baisse d'environ 2,5 degrés les valeurs WBGT calculées au paragraphe précédent. En outre, les valeurs indiquées plus haut supposent que les périodes de repos sont prises dans des conditions d'ambiance identiques à celles qui règnent durant le travail au pistolet, et que l'opérateur conserve le même habillement durant les pauses. Lorsque l'endroit de repos (ex. : lieux de surveillance du coéquipier) est plus frais (ex. : mieux ventilé) et que le travailleur peut enlever une partie de ses vêtements pendant la pause (ex. : pendant qu'il surveille son coéquipier), l'indice WBGT peut de toute évidence être supérieur aux valeurs indiquées ci-dessus, lesquelles s'appliquent aux conditions les plus défavorables.

Il nous semble important de souligner le fait qu'une rotation toutes les heures (régime d'alternance travail-repos de 50 % travail, 50 % repos) est insuffisante pour permettre à certains travailleurs de récupérer lorsque le travail est lourd, même lorsque les conditions d'ambiance thermique sont neutres (Mital, Bishu et Manjunath, 1991). Dans de telles conditions, il faudra donc s'attendre à augmenter la durée de temps de récupération au delà de ce que prescrit l'Annexe V du RSST afin de tenir compte de la sollicitation additionnelle du système cardiovasculaire de ces travailleurs lorsque le travail est fait à la chaleur.

Plusieurs auteurs recommandent une surveillance physiologique durant le travail même si l'indice WBGT corrigé est utilisé pour établir un régime d'alternance travail-repos (Ramsey, Bernard et Dukes-Dobos, 2000; Malchaire et coll., 2001). À cet effet, le *monitoring* de la fréquence cardiaque de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP permet de déceler les conditions potentielles de surcharge du système cardiovasculaire durant le

travail et fournit donc un signal objectif permettant de décider du moment où le travail doit être interrompu pour faire place à une pause de récupération. Les moniteurs cardiaques sont des appareils peu intrusifs, peu coûteux et très fiables. La méthode de Brouha (1967) peut aussi être utilisée pour assurer la surveillance des travailleurs (voir l'annexe IV).

Il nous semble important de mener une étude visant à mesurer la charge de travail physique du travail au jet d'eau sous HP dans des conditions variées afin d'être en mesure, au minimum, d'appliquer la réglementation (RSST). Une telle étude permettrait aussi de confirmer (ou non) l'aspect sécuritaire de l'ajustement de l'indice WBGT proposé par Ramsey et coll. (2000) pour le travail au jet d'eau sous HP. Les résultats d'une telle étude permettraient la détermination de régimes d'alternance travail-repos pour des charges de travail physique variées correspondant à un travail effectué ou non à la chaleur (ex. : pression, débit, lieux de travail variés, température ambiante, etc.).

Mesures de prévention

En attendant les résultats d'une telle étude, les mesures décrites à la section 4.1.7 (« Charge de travail physique excessive (fatigue) de même que les suivantes devraient être appliquées pour réduire les risques de la contrainte thermique subie en ambiance chaude.

1. Faire passer un examen de santé à chaque membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP pour s'assurer que sa condition physique est adéquate pour le travail au jet d'eau sous HP. Le programme de santé de l'entreprise devrait prévoir une vérification périodique de la condition physique des travailleurs.

2. S'assurer que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP sont adéquatement informés en ce qui a trait à la contrainte thermique et qu'ils sont en mesure d'en déceler les premiers symptômes et signes.

3. S'assurer que les opérateurs remplacent régulièrement (toutes les 20 minutes) les liquides qu'ils perdent sous forme de transpiration (ils doivent boire régulièrement de petites quantités d'eau fraîche, ACGIH, 2001). Boire avant, pendant et après le travail. Ne pas attendre d'avoir soif. Ne jamais boire plus de 1,5 litre d'eau à l'heure.

4. Limiter la charge de travail physique afin d'éviter la transpiration excessive (ex. : utilisation de dispositifs permettant de reprendre l'effort de recul de l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP, équipements mécanisés et commandés à distance).

5. Lorsque c'est possible, faire exécuter les travaux les plus lourds durant la période la plus fraîche de la journée (ex. : tôt le matin) ou pendant les journées plus fraîches.

6. Assurer, dans la mesure du possible, un apport adéquat d'air frais pour abaisser la température lorsque le travail est effectué dans un espace fermé (ex. : réservoir).

7. S'assurer que les vêtements sont amples et munis d'ouvertures de ventilation protégées pour empêcher la pénétration des liquides, facilitant ainsi la circulation de l'air sous le vêtement.

8. S'assurer que les équipements industriels devant être nettoyés sont complètement refroidis avant de commencer les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, et ce, particulièrement en période estivale.

9. Dans le cas où des sources de chaleur existent dans l'environnement de travail, installer des écrans pour couper le rayonnement et installer une ventilation mécanique pour évacuer l'humidité produite par les travaux.

10. Permettre au travailleur de prendre des pauses de récupération au besoin, dans des endroits climatisés si possible : les pauses fréquentes et de courte durée sont préférables aux pauses moins nombreuses et plus longues.

11. S'assurer que les espaces clos, à l'intérieur desquels des travaux seront effectués, sont munis d'ouvertures (portes ou puits d'accès)

et de passerelles d'accès adéquatement dimensionnées pour les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP et leurs équipements : Tilley (1993) suggère une ouverture rectangulaire de 74 cm sur 86 cm (29 po sur 34 po) ou 96 cm (40 po) pour une ouverture circulaire lorsque des vêtements encombrants sont portés comme dans le cas du nettoyage au jet d'eau sous HP. L'ouverture devrait être située près du sol. Des ouvertures correctement dimensionnées permettront aux travailleurs de prendre des pauses plus facilement hors du poste de travail si nécessaire.

12. Assurer un ***monitoring* cardiaque** chaque fois que c'est possible, particulièrement en saison estivale. Pour ce faire, utiliser la méthode de Brouha (voir l'annexe IV) à quelques reprises au cours de la journée afin de prendre en compte les variations possibles de la température. Un moniteur cardiaque peut aussi être utilisé pour effectuer le *monitoring*.

Selon le RSST, le WBGT maximal acceptable est de 31,1 degrés lorsque :

- ☑ le régime de travail est de 15 minutes de travail et 45 minutes de repos pour chaque heure de la journée de travail (le repos étant pris dans des conditions d'ambiance identiques à celles où le travail est exécuté);
- ☑ la charge de travail est jugée moyenne (travail moyen, tableau 1, annexe V, RSST); et
- ☑ le travailleur est acclimaté.

Dans le cas du travail au jet d'eau sous HP, il faut ajuster cette valeur à la baisse (retrancher environ 8 degrés pour tenir compte de l'habillement et 2,5 degrés pour les travailleurs non acclimatés; voir plus haut). Le WBGT maximal acceptable pour ce régime d'alternance travail-repos (15/45) est donc d'environ 21 degrés dans le cas du travail au jet d'eau sous HP.

Lorsqu'il n'y a aucun rayonnement dans l'environnement de travail, que les mouvements d'air sont faibles à nuls (VA inférieur à 0,1 m/s) et que l'humidité relative est presque maximale – soit au delà de 90 %, ce qui est typique du travail au jet d'eau sous HP –, la température sèche mesurée avec un thermomètre ordinaire s'approche de l'indice WBGT. Ces conditions sont typiques du travail au jet d'eau sous HP dans un réservoir mal ventilé en période estivale. Ainsi, dans de telles conditions, lorsque la température mesurée au poste de travail avec un thermomètre ordinaire dépasse 21 °C (23 pour des travailleurs qu'on pourrait considérer comme acclimatés), **les conditions de travail ne sont vraisemblablement pas sécuritaires** pour le travail au jet d'eau sous HP et il faut alors exercer une surveillance très étroite de l'opérateur durant son travail, ce qui suppose un *monitoring* cardiaque.

Soulignons que cette valeur de 21 degrés vaut uniquement lorsque toutes les conditions suivantes existent :

- charge de travail moyenne (travail moyen);
- 15 minutes de travail pour 45 minutes de repos à chaque heure, le repos étant pris dans les mêmes conditions d'ambiance que celles où le travail est exécuté;
- aucun rayonnement durant le travail (aucune chaleur dégagée par des équipements);
- peu de mouvement d'air (ou mauvaise ventilation : vitesse de l'air inférieure à 0,1 m/s);
- humidité relative supérieure à 90 %;
- travailleur non acclimaté;
- port d'un habit imperméable.

Lorsque, en plus des conditions mentionnées précédemment, des équipements dégagent de la chaleur, l'environnement de travail comporte un élément de risque additionnel. Une surveillance étroite de l'opérateur est, ici

encore, essentielle. Dans de telles conditions, le port d'une combinaison refroidissante apparaît certainement comme une option intéressante. Mentionnons que le repos pris dans un espace frais et/ou la ventilation de l'environnement de travail permettant de réduire l'humidité relative sur les lieux de travail contribueront à réduire significativement le niveau de risque de contrainte thermique dans ces conditions.

13. Prévoir des moyens de communication appropriés et assurer une surveillance mutuelle étroite pour permettre de déceler les signes ou les symptômes d'une atteinte à la santé ou à la sécurité.

Le lecteur intéressé est invité à consulter Ramsey, Bernard et Dukes-Dobos (2000) pour plus de précisions sur le risque lié à la contrainte thermique subie en ambiance chaude et les mesures préventives correspondantes.

4.1.8.3 Travail au froid

Lors du travail au jet d'eau sous HP, les risques liés au travail au froid sont principalement associés aux faits que :

- les conditions de température et de vent peuvent être telles que l'exposition comporte des risques d'hypothermie;
- les conditions de température et de vent peuvent exposer les travailleurs à des risques d'engelures aux extrémités;
- la température froide diminue la force de préhension des mains sur l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP (ex. : le pistolet), ce qui peut réduire la capacité du travailleur de bien maîtriser son accessoire;
- les mains mouillées par les projections d'eau peuvent s'engourdir plus facilement au froid (ex. : entre les utilisations de l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP), ce qui produit les mêmes conséquences quant à la capacité du travailleur de maîtriser l'accessoire de projection;
- la température froide peut entraîner un mauvais fonctionnement des équipements pouvant être à l'origine de risques variés (ex. : obstruction de la buse ou au niveau du « pointeau »);
- lors du travail au froid, la fatigue peut s'accumuler plus rapidement, de sorte que le travailleur moins alerte est prédisposé aux distractions, donc des incidents sont susceptibles de se produire;
- les risques de chutes sont plus élevés lorsque les surfaces sont gelées ou glacées.

Le travail au jet d'eau sous HP expose particulièrement les travailleurs aux risques d'engelures et d'hypothermie pour les mêmes raisons que celles mentionnées à la section portant sur la contrainte thermique subie en ambiance chaude. En effet, le travail au jet d'eau sous HP peut être considéré comme modéré à lourd dans certaines conditions qui peuvent entraîner une transpiration importante, diminuant ainsi rapidement l'isolation thermique des vêtements. Tout arrêt du travail et/ou exposition au vent peut entraîner une perte rapide de la chaleur corporelle.

Mesures de prévention

Les principales mesures devant être envisagées afin de réduire les risques liés au froid suivent :

1. Soumettre les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP susceptibles de travailler au froid à un examen médical (la prise de certains médicaments ou certaines affections circulatoires aggravent les risques liés au travail au froid).

2. Former adéquatement les travailleurs en ce qui a trait au risque lié au travail au froid, et leur en expliquer les premiers symptômes et les principales mesures de protection.

3. S'assurer que les travailleurs s'alimentent correctement et qu'ils n'ont pas accumulé de fatigue excessive.

4. Prévoir une tenue vestimentaire suffisamment isolée pour les conditions de basses températures et de vent (des équipements appropriés

doivent être fournis par l'employeur). Par exemple, des paires de gants et des vêtements secs supplémentaires doivent être prévus pour éviter que le travailleur continue sa tâche en portant des vêtements mouillés pendant de longues périodes.

5. S'assurer que les travailleurs ont accès à un abri chauffé pour se reposer, se réchauffer et se changer.

6. Pour le travail à l'extérieur, prévoir des écrans protégeant du vent s'il y a lieu.

7. Permettre aux opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP de prendre des pauses pour se réchauffer ou se reposer au besoin, dans un abri chauffé : utiliser le guide de la CSST (1996) *Contrainte thermique : le froid* pour établir un régime d'alternance travail-réchauffement approprié.

8. Limiter la charge de travail physique dans la mesure du possible afin d'éviter la transpiration excessive; autrement, prévoir obligatoirement un abri chauffé où le travailleur peut se changer et mettre des vêtements secs au besoin (ACGIH, 2001).

9. Prévoir des moyens de communication appropriés et assurer une surveillance mutuelle afin de pouvoir déceler les premiers signes ou symptômes d'une atteinte à la santé ou à la sécurité.

10. Organiser le travail pour qu'il soit exécuté durant la partie la plus chaude de la journée.

11. S'assurer que les espaces clos à l'intérieur desquels des travaux seront effectués sont munis d'ouvertures (portes ou puits d'accès) et de passerelles d'accès dont les dimensions sont suffisantes pour que les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP puissent y faire entrer leurs équipements : Tilley (1993) suggère une ouverture rectangulaire de 74 cm sur 86 cm (29 po sur 34 po) ou 96 cm (40 po) pour une ouverture circulaire lorsque des vêtements encombrants sont portés comme dans le cas du travail de nettoyage au jet d'eau sous HP. L'ouverture devrait être située près du sol. Des ouvertures assez grandes permettront aux travailleurs de prendre des pauses plus facilement hors du poste de travail s'il y a lieu.

12. S'il y a un risque de gel des équipements (ASTM, 1998) :

    - déconnecter le pistolet ou la lance de son boyau d'alimentation (circuit de distribution du jet d'eau sous haute pression);
    - purger l'eau du réservoir tampon jusqu'à ce que le niveau se situe juste au-dessus du filtre;
    - ajouter au réservoir la quantité d'antigel recommandée par le fabricant;
    - placer les boyaux d'alimentation dans le réservoir et les y fixer;
    - faire fonctionner la pompe jusqu'à ce que l'antigel ait circulé dans tout le système et revienne dans le réservoir (sélecteur en position de recyclage ou de purge);
    - s'il n'y a pas de réservoir, suivre les recommandations du fabricant afin d'éviter le gel.

13. Si la pompe semble gelée, il ne faut pas la mettre en marche (non plus que le moteur). Après avoir dégelé le système, y faire circuler de l'eau à basse pression jusqu'au bout de l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP (la buse ayant été enlevée au préalable) avant d'utiliser l'équipement pour le travail habituel.

14. Lorsqu'il y a un risque de gel et que les équipements doivent être laissés sans surveillance temporairement (ex. : pour aller se réchauffer) ou que des opérations doivent être effectuées sur le circuit de distribution du jet d'eau sous HP (ex. : changer une buse), le système peut être laissé en marche à très faible pression, c'est-à-dire juste assez de pression pour permettre qu'un filet d'eau coule en continu pour prévenir le gel dans le circuit de distribution du jet d'eau sous HP comme lorsque le moteur de la pompe tourne au ralenti (*idle*). Dans ces conditions, la commande des gaz du moteur (*throttle*) **doit** être verrouillée en position

(au ralenti) pour éviter que le système soit mis sous pression accidentellement pendant que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP sont absents ou pendant l'installation des buses.

Le lecteur intéressé à en savoir plus sur les risques liés au travail au froid et aux mesures préventives correspondantes pourra consulter Holmér (2000).



4.1.9 Libération d'énergie (cadenassage)

Lors de travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, les travailleurs peuvent travailler dans des équipements dangereux ou à proximité. Des blessures graves peuvent survenir lors de la remise en marche imprévue d'un équipement (vis sans fin, broyeur, etc.) ou de la libération imprévue d'énergie (vapeur, arrivée de matière en vrac, énergie résiduelle, etc.).

Mesures de prévention

1. Chaque fois que des travailleurs sont exposés aux risques découlant de la mise en marche accidentelle d'une machine ou de la libération imprévue d'énergie, une procédure de cadenassage écrite doit être mise en application en collaboration avec le propriétaire des équipements. La **procédure de cadenassage** doit :

- être conforme aux règlements en vigueur, notamment les articles 185 et 186 du RSST;
- préciser le rôle et la responsabilité de chacune des personnes visées (employeur, travailleurs, client);
- être mise à la disposition des employés;
- faire l'objet d'une formation destinée aux travailleurs qui auront à la mettre en application;
- contenir au minimum, en plus des éléments prévus à l'article 185 (RSST), les éléments suivants :
  - une description précise de chaque étape de la marche à suivre pour effectuer le cadenassage,
  - une indication de l'endroit où se trouvent les sources d'énergie des équipements, une description de leur type et des risques inhérents à l'énergie résiduelle,
  - un avis aux utilisateurs au sujet de l'exécution des travaux,
  - le mode de coupure des sources d'énergie,
  - la méthode d'installation de cadenas personnels et de pose d'étiquettes aux points de verrouillage,
  - la marche à suivre pour effectuer un essai de démarrage,
  - la méthode d'élimination des énergies résiduelles (incluant la gravité),
  - les mesures à prendre dans des situations particulières (ex. : changement de quart de travail, ajout d'un travailleur, oubli d'un cadenas, etc.).

2. L'opérateur responsable des travaux de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP s'assure de valider la procédure et son application auprès d'une personne qualifiée désignée par le propriétaire des équipements. Cette vérification est suivie de la signature d'un formulaire (fiche de cadenassage, permis de travail) par la personne qualifiée désignée par le propriétaire des équipements.

3. Lorsque le propriétaire des équipements ne possède pas de procédure de cadenassage satisfaisante et que des travailleurs pourraient être exposés aux risques découlant de la mise en marche accidentelle d'une machine ou de la libération imprévue d'énergie pendant des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, les travaux ne sont pas entrepris tant que des mesures de sécurité appropriées n'ont pas été prises.

Note. – Plusieurs modèles de procédures de cadenassage sont présentés dans différentes publications d'organismes du secteur de la santé et de la sécurité du travail.

Une procédure générale de cadenassage ne peut convenir dans tous les cas susceptibles de se présenter lors de travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP. Une procédure générale ainsi qu'une fiche de cadenassage, tirées du document intitulé *Le cadenassage* de l'association sectorielle paritaire – Fabrication de produits de métal et de produits électriques, sont fournies à titre d'exemple à l'annexe V, de même qu'un exemple d'une fiche remplie, proposé par l'APSAM.

En plus des procédures, les travailleurs doivent toujours retenir le principe de base selon lequel il faut faire une vérification systématique préalable pour établir qu'il est bel et bien sécuritaire de commencer les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP. Les procédures existent uniquement pour soutenir ce processus de vérification. Rappelons enfin qu'aucune coactivité ne doit être tolérée pendant des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP.



4.1.10 Travail en espaces clos ou confinés

Le travail en espaces clos ou confinés présente des risques nombreux et variés à tel point que la réglementation québécoise en santé et en sécurité du travail y fait une place importante (RSST, articles 297 à 312). Le guide de prévention *Le travail en espace clos – Nettoyage industriel au jet d'eau sous haute pression et par pompage à vide* traite précisément des opérations de nettoyage en espace clos.

Lors de leur étude des risques associés au travail de nettoyage au jet d'eau sous haute pression (Imbeau, Montpetit et Bergeron, 2001), les chercheurs ont observé que les portes d'accès aux espaces clos sont souvent de dimensions insuffisantes et ont une configuration inadéquate pour permettre un accès facile et sécuritaire. Une étude portant sur les types de voies d'accès aux espaces clos que les équipes de nettoyage au jet d'eau sous HP ou par pompage à vide sont susceptibles d'emprunter devrait être entreprise pour formuler des recommandations et rédiger un guide de conception à l'intention des entreprises clientes. Tout en constituant un document d'information sur cette question, un tel guide fournirait des repères concrets permettant aux donneurs d'ouvrage, chaque fois que l'occasion se présente (ex. : au moment d'une mise en arrêt (*shutdown*) ou lors de l'entretien périodique ou du remplacement prévu d'un équipement) de modifier leurs équipements pour les rendre plus adéquats.



4.1.11 Conduite d'un véhicule à moteur

4.1.11.1 Risques généraux

Les risques généraux associés à la conduite d'un véhicule à moteur lourd sont nombreux (ex. : RSST, articles 272 à 275 et 284) : accidents routiers, écrasement par le véhicule (manœuvres soudaines, imprévues ou en marche arrière); heurts et écrasements divers du tronc ou des membres (lors de l'ouverture ou de la fermeture des portières et du capot; lors du travail près de pièces en mouvement ou lors de l'éclatement d'un pneu); glissades ou chutes (en montant dans un véhicule ou en en descendant, en accédant au compartiment moteur ou en manipulant le capot); brûlures (en touchant un élément chaud); effort excessif lors de l'opération ou de l'entretien du véhicule (blessures au dos, étirements musculaires ou douleurs diverses), par exemple.

Mesures de prévention

Afin de prévenir ces risques, les mesures suivantes doivent être envisagées :

1. Chaque chauffeur de camion doit avoir un permis de conduire de classe 1 ou 3, selon le type de véhicule.

2. Respecter le *Code de la sécurité routière* (SAAQ).

3. Adapter sa conduite aux conditions climatiques.

4. Se faire guider par un signaleur lorsque le déplacement du véhicule risque de mettre une personne en danger; le signaleur doit utiliser des signes clairs et demeurer à la vue du chauffeur à bonne distance du véhicule et porter un dossard réfléchissant. Le chauffeur et le signaleur doivent convenir d'un code de signalisation **avant** d'amorcer les manœuvres.

Un code de signalisation entre chauffeur et signaleur est présenté à la figure 17.

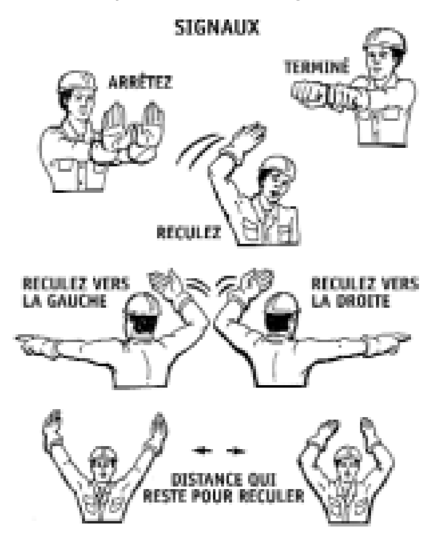


Figure 17. Code de signalisation (source : *La prévention des accidents du travail lors de la collecte des ordures ménagères*. Guide de prévention. Manuel du participant (APSAM et ASTE))

5. Choisir une aire de stationnement plane dans la mesure du possible et offrant suffisamment d'espace autour du véhicule.

6. Appliquer les freins de stationnement du véhicule et mettre le levier de vitesses au point mort.

7. Installer des cales sous les roues du véhicule.

8. Installer des cônes de signalisation routière et respecter les exigences en matière de signalisation du *Code de la sécurité routière* (SAAQ).

9. S'il faut ouvrir le capot, suivre les consignes suivantes :

   - arrêter le moteur avant l'inspection;
   - s'assurer d'être en position d'équilibre stable avant d'ouvrir le capot;
   - porter des gants de travail.

10. Avant d'ouvrir le capot, en tester la résistance à l'ouverture (il peut rester bloqué sous l'effet de la glace par exemple) :

    - une fois le capot (ou un garde protecteur) ouvert, s'assurer que ce dernier est maintenu solidement en position (par une tige de retenue par exemple);
    - ne jamais toucher une roue qui a chauffé ou se tenir près d'elle; la laisser plutôt refroidir d'abord.

11. Toujours effectuer une ronde de vérification avant le départ. Le guide publié conjointement par la Société de l'assurance automobile du Québec et l'association sectorielle paritaire – Transport et entreposage (2001) intitulé *Vérification avant départ* devrait être consulté pour plus de détails sur chacun des éléments de la ronde de sécurité.

4.1.11.2 Risques propres à l'utilisation d'un camion de nettoyage au jet d'eau sous HP

Les risques propres à l'utilisation d'un camion de nettoyage au jet d'eau sous HP sont principalement les heurts ou les écrasements (de personnes, de matériel ou d'installation) lors de manœuvres dans des zones restreintes, achalandées ou lorsque la visibilité est mauvaise (ex. : en marche arrière). Lorsque les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP sont montés sur une remorque, les principaux risques sont associés à l'utilisation d'un véhicule assez puissant pour tirer la remorque.

Mesures de prévention

Afin de prévenir les risques particuliers que présentent les véhicules utilisés pour les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, les mesures suivantes doivent être envisagées :

1. Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP devraient avoir suivi une formation sur les conditions d'utilisation et l'entretien d'un véhicule lourd ainsi que sur la vérification ou la ronde de sécurité avant le départ.

2. Si nécessaire, se faire guider par un signaleur lorsque le déplacement du véhicule risque de porter atteinte à la sécurité d'une personne ou d'endommager du matériel ou des installations. Le signaleur devrait porter un dossard réfléchissant. Le chauffeur et le signaleur doivent convenir d'un code de signalisation **avant** d'amorcer les manœuvres (figure 17).

3. Toujours utiliser un véhicule (camion) assez puissant pour tirer la remorque sur laquelle les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP sont installés. On recommande d'utiliser de préférence un camion porteur plutôt qu'une remorque pour déplacer ces équipements.

4. Les dispositions prévues dans le *Règlement sur les heures de conduite et de travail et sur le dossier du conducteur de véhicules lourds* (communément appelé « loi 430 » par les gens du milieu) doivent être respectées en tout temps (gouvernement du Québec, 1989 et 1999).

5. Dans le cas de travaux réalisés sur des voies de circulation, une autorisation du ministère des Transports doit être obtenue et les quelques mesures suivantes doivent être prises :

   - les travailleurs doivent s'assurer d'être bien vus et porter systématiquement une veste ou un gilet réfléchissant;

   - garer le véhicule de façon à gêner le moins possible la circulation et à minimiser les risques liés à la circulation pour les travailleurs au cours de l'intervention;

   - utiliser les équipements appropriés (ex. : gyrophares, triangles de signalisation, flèches clignotantes) lors de l'approche et de l'arrêt du véhicule sur la voie publique ou faire appel à du personnel spécialisé en signalisation. Consulter le *Code de la sécurité routière* (SAAQ) pour le choix des couleurs des gyrophares;

   - utiliser une signalisation appropriée : d'approche (à grande distance), de proximité (de position) et une délimitation de la zone de travail au moyen de cônes ou de rubans, même si l'intervention ne dure que quelques minutes. Les dispositions du *Code de la sécurité routière* (SAAQ) doivent être appliquées dans tous les cas.



Organisation du travail

Lors des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, un ensemble de risques très variés peut être associé à des lacunes dans la planification et l'organisation du travail. Ces lacunes peuvent être imputables tout autant à l'entreprise spécialisée dans le nettoyage au jet d'eau sous HP qu'à l'entreprise cliente.

Mesures de prévention

Afin de réduire ces risques, plusieurs mesures peuvent être envisagées :

1. Informer les représentants et les répartiteurs des entreprises de nettoyage des exigences et des risques inhérents au travail au jet d'eau sous HP ou s'assurer qu'ils sont assistés en tout temps d'un travailleur ou d'un contremaître qualifié et d'expérience.

2. Obtenir un maximum d'information sur les conditions dans lesquelles le travail sera effectué dès les premiers contacts avec l'entreprise du client afin de permettre une bonne planification des travaux et une évaluation juste des risques : les produits en cause, l'endroit ou l'équipement à nettoyer se trouve, les conditions particulières (ex. : espace clos, risques de chutes, moyens d'accès, EPI particulier, possibilité pour le client de faire des tests d'atmosphère, etc.). Une information pertinente et suffisante permet d'éviter les mauvaises surprises. La section 6.1.1 décrit les données à obtenir pour être en mesure de planifier efficacement les travaux.

3. Effectuer une première inspection des lieux de travail pour terminer la préparation des travaux. Consigner l'information recueillie dans un dossier; elle pourra être réutilisée si les mêmes travaux sont faits de nouveau chez ce client.

4. S'assurer que l'entreprise du client prend des mesures de sécurité qui s'imposent : par exemple, lorsque plusieurs sous-traitants y travaillent en même temps que les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP, coordonner les travaux pour éviter que d'autres travaux

s'effectuent en même temps et interdire la coactivité.

5. S'assurer que l'entreprise du client participe à la préparation des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, par exemple, en prenant les mesures suivantes :

   - couper l'alimentation des équipements dégageant de la chaleur suffisamment à l'avance pour qu'ils aient le temps de refroidir avant le début des travaux au jet d'eau sous HP;

   - sécuriser les lieux de travail et installer une signalisation appropriée;

   - s'assurer que les équipements d'urgence et sanitaires, comme les douches oculaires, sont opérationnels et appropriés pour les risques auxquels les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP sont exposés (voir la section 4.1.5);

   - s'assurer que les équipements de mesure de la température et d'analyse de l'atmosphère sont disponibles sur les lieux de travail, etc.

6. S'assurer que les procédures de cadenassage des équipements et de travail en espace clos sont suivies à la lettre.

7. Les dispositions prévues dans le *Règlement sur les heures de conduite et de travail et sur le dossier du conducteur de véhicules lourds* (communément appelé « loi 430 » par les gens du milieu) doivent être appliquées en tout temps (gouvernement du Québec, 1989 et 1999).

8. Des installations convenables pour prendre les pauses et les repas devraient être accessibles aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP, dans la mesure du possible. Comme il a été mentionné précédemment, des installations sanitaires doivent être prévues ou rendues accessibles pour permettre aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP de suivre des règles d'hygiène personnelle de base (ex. : se laver les mains avant de manger).



Grands principes de la prévention

La section précédente montre clairement que les risques liés au travail de nettoyage au jet d'eau sous HP sont nombreux et proviennent de sources variées. Il semble donc essentiel de bien reconnaître les risques propres aux travaux prévus chez un client et de les contrôler correctement en appliquant les mesures préventives proposées précédemment.

Idéalement, on remplacera un équipement dangereux ou on préférera une situation ne présentant pas ou peu de risques lorsque c'est possible. Une autre stratégie consiste à limiter l'exposition des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP aux phénomènes dangereux en réduisant la nécessité d'intervenir dans les zones dangereuses (ex. : utilisation d'équipement de nettoyage à distance ou télécommandés).

Pour pouvoir appliquer ces mesures, il est nécessaire d'agir le plus tôt possible, soit dès le moment où le représentant s'entend avec une entreprise cliente pour y effectuer des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP. Il est alors possible et souhaitable que le représentant profite des premiers contacts avec le client pour déterminer le choix des équipements et des accessoires qui seront utilisés et établir des procédures d'intervention qui tiennent compte, à tous les niveaux, des exigences en matière de santé et de sécurité du travail. Pour les entreprises spécialisées dans les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP, le dialogue avec le client et la préparation en commun de l'intervention sont essentiels.

La détermination et le contrôle des risques doivent toujours être assurés par du personnel compétent et d'expérience. Cela suppose donc que le représentant et le répartiteur connaissent bien le travail au jet d'eau sous HP et les différents risques qu'il comporte.

Les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP doivent être informés en tout temps des risques qui peuvent être contrôlés ainsi que des risques résiduels, s'il y a lieu. Ainsi, il semble essentiel pour les entreprises spécialisées dans le nettoyage au jet d'eau sous HP de constituer un dossier ou un formulaire rassemblant toutes les

données utiles concernant les travaux à exécuter chez un client.

La section 6.1 propose un ensemble minimal de données nécessaires à une bonne planification du travail. En plus de ces données, la fiche de travail remise au chauffeur-opérateur devrait contenir un espace permettant d'inscrire des consignes particulières. Enfin, le chauffeur-opérateur devrait pouvoir inscrire dans ce document toute nouvelle information utile sur des risques, des conditions de travail ou des équipements.

Mesures de prévention

Pour le contrôle global des risques, les grandes mesures de prévention à étudier avec le client sont habituellement les suivantes :

1. supprimer ou diminuer les risques;
2. mettre en œuvre des mesures de protection collective, appliquer des dispositions complémentaires et fournir les équipements appropriés;
3. déterminer et choisir les moyens de protection individuelle nécessaires;
4. atténuer les conséquences d'un éventuel accident;
5. informer et former les opérateurs, leurs aides, les contremaîtres, les répartiteurs et les représentants et tout le personnel susceptible d'entrer en contact avec les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP.



Élimination ou réduction des risques

L'élimination ou la réduction des risques constitue généralement la première mesure de prévention à étudier parce qu'elle est la plus efficace. Les principaux aspects de cette mesure devant être examinés avec le client sont les suivants.

4.2.1.1 Amélioration des équipements de travail

Cette étape consiste à déterminer quels équipements permettront d'exécuter les travaux dans les meilleures conditions de santé et de sécurité tout en assurant la productivité et la qualité du travail requises. On pourra, par exemple :

- utiliser un dispositif (ou support) qui compense les efforts s'exerçant sur l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP éliminant ainsi la principale source de fatigue pour l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP;
- utiliser des accessoires et des équipements munis de commandes à ouverture progressive;
- mettre en place des canalisations rigides et protégées chaque fois que c'est possible;
- utiliser un dispositif de retenue de la tête de curage pour empêcher sa sortie inattendue lors du retrait de l'accessoire de l'endroit à nettoyer (travail au furet);
- utiliser des équipements mécanisés et commandés à distance éloignant ainsi l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP de la source de risques chaque fois que c'est possible (ex. : pour le déplacement des lances lors d'interventions sur des échangeurs tubulaires (tringleuses));
- utiliser des « têtes de nettoyage rotatives » sur un dispositif de positionnement à déplacement automatique qui permet de nettoyer l'intérieur des réservoirs, des réacteurs et des autoclaves, éliminant ainsi les risques liés à l'intervention en espace clos;
- utiliser des équipements en parfait état, entretenus et vérifiés régulièrement.

4.2.1.2 Aménagement des conditions de travail

Cette étape a pour but d'offrir, dans la mesure du possible, les meilleures conditions de travail aux opérateurs. Par exemple, on verra à :

- favoriser le travail de plain-pied sur une surface plane, antidérapante et stable chaque fois qu'il est possible de déplacer la pièce à nettoyer;

- prévoir un espace suffisant pour l'exécution du travail afin que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP puisse adopter une posture de travail appropriée;

- prévoir la coupure totale de l'alimentation en énergie des lignes et des appareils susceptibles d'être atteints par le jet d'eau lorsque c'est possible ou, autrement, prévoir des mesures de protection suffisantes (ex. : capots de protection sur les équipements);

- prévoir les équipements nécessaires et appropriés (échelles, échafaudages, escabeaux) pour permettre l'accès à la zone de travail (ex. : pour un four dont l'accès est en hauteur);

- prévoir que les espaces clos à l'intérieur desquels des travaux seront effectués soient munis d'ouvertures (portes ou puits d'accès) et de passerelles d'accès dont les dimensions sont suffisantes pour que les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP puissent y faire entrer leurs équipements : Tilley (1993) suggère une ouverture rectangulaire de 74 cm sur 86 cm (29 po sur 34 po) ou 96 cm (40 po) pour une ouverture circulaire lorsque des vêtements encombrants sont portés comme dans le cas du travail de nettoyage au jet d'eau sous HP. L'ouverture devrait être située près du sol;

- prévoir des voies de passage pour les autres entrepreneurs et les autres travailleurs afin d'éviter qu'ils aient à circuler à proximité de la zone de travail au jet d'eau sous HP;

- prévoir un éclairage et une ventilation favorisant une meilleure visibilité au poste de travail;

- prévoir un régime d'alternance travail-repos approprié;

- prévoir des mécanismes de communication appropriés entre les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP;

- utiliser des équipements en parfait état, entretenus et vérifiés régulièrement;

- utiliser de l'eau provenant d'un système d'adduction et de distribution d'eau chaque fois que c'est possible; autrement, utiliser une eau suffisamment propre pour effectuer les travaux au jet d'eau sous HP (voir la section 2.3);

- bien sécuriser la zone de travail afin d'en interdire l'accès aux personnes non autorisées et d'éviter que d'autres travaux soient exécutés en même temps ou qu'il y ait coactivité.

4.2.1.3 Adaptation du procédé de travail

Cette étape prévoit d'adapter le procédé en faisant des choix qui minimisent certains risques. Par exemple, on pourra :

- utiliser un chariot de nettoyage au lieu de pistolets pour le nettoyage ou le décapage des sols;
- utiliser un équipement approprié au travail à effectuer et faisant usage d'une combinaison de débit et de pression qui, tout en étant la plus faible, permet d'assurer un travail efficace et de qualité;
- utiliser des buses à jet divergent (buse balai) chaque fois que les buses à jet cylindrique (*straight cutter*) ne conviennent pas;
- éviter d'utiliser de l'eau chaude chaque fois que ce n'est pas indispensable (voir la section 2.3.4).

4.2.1.4 Organisation du travail

Une bonne préparation de l'intervention, l'établissement de procédures précises et le respect des procédures établies permettent souvent de réduire la durée de l'intervention chez le client et donc l'exposition aux risques. Une bonne organisation du travail permet également d'éviter les

improvisations de dernière minute qui ne laissent plus le temps de faire une analyse appropriée des risques et de bien les contrôler.



Protection collective

Lorsque le risque ne peut être supprimé ou réduit à un niveau acceptable, on doit prévoir des moyens de protection collective sur le site des travaux, c'est-à-dire des moyens permettant de protéger non seulement les travailleurs, mais aussi toutes les personnes pouvant circuler sur les lieux de travail ou se trouver à proximité. La mise en œuvre de ces moyens nécessite généralement la participation active de l'entreprise du client. L'entreprise qui se spécialise dans les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP doit s'assurer de toujours obtenir des données claires et exactes auprès de l'entreprise cliente (validité des vérifications, qualité des moyens mis à sa disposition, neutralité de l'environnement, etc.) (voir la section 6.1.1).

Les principaux types de risques inhérents aux travaux au jet sous HP et justifiant le recours à une protection collective sont :

- les risques liés au jet d'eau;
- les risques d'intoxication, d'asphyxie ou d'explosion;
- les risques de chutes de hauteur;
- les risques électriques.

Pour chacun de ces types de risques, il est essentiel que la zone de travail soit suffisamment sécurisée (c'est-à-dire y installer un périmètre de sécurité) et que le danger soit clairement indiqué afin de protéger convenablement toutes les personnes susceptibles de se déplacer à proximité de la zone de travail. Les sections 5.2 et 5.3 apportent des précisions sur les principes guidant l'aménagement de la zone de travail en vue d'assurer une protection collective adéquate. Les risques associés à la contrainte thermique subie en ambiance chaude, les risques d'intoxication, d'asphyxie ou d'explosion, doivent être réduits en assurant une ventilation mécanique lorsque l'aération naturelle ne suffit pas. Enfin, l'usage d'outils spécialisés peut se révéler obligatoire pour réduire les risques d'explosion (ex. : réservoirs de produits pétroliers).

Dans le cas de travaux effectués sur des voies de circulation, une autorisation du ministère des Transports doit être obtenue et les mesures préventives présentées à la fin de la section 4.1.11 doivent être envisagées.



Protection individuelle

Lorsque l'élimination ou la réduction des risques ainsi que les dispositifs de protection collective ne sont pas suffisants, il faut avoir recours à la protection individuelle; celle-ci est indispensable pour la grande majorité des travaux au jet d'eau sous HP. Aussi la protection individuelle permet-elle, dans certains cas particuliers, de suppléer à une protection collective techniquement impossible ou trop coûteuse (ex. : lorsque le travailleur est exposé à un risque particulier pendant une courte période).

Les équipements de protection individuelle (EPI) de base devant être mis à la disposition du personnel gratuitement par l'employeur (RSST, article 338) sont : gants, bottes, casques sécurité, lunettes, visières, protecteurs acoustiques (coquilles ou bouchons) et vêtements protecteurs. Ceux-ci doivent être imperméables et pouvoir résister à l'agression des produits chimiques présents au poste de travail.

À titre d'exemple, les imperméables devraient être munis d'une cagoule ajustée qu'on portera de préférence sous le casque de sécurité. Une cagoule bien ajustée minimisera les risques que des projections (éclaboussures, liquides, débris) entrent par les côtés (comparée à une cagoule portée sur le casque). On s'assurera également que le col de l'imperméable couvre le menton et que la visière est munie d'un « nez » sur sa partie la plus basse pour éviter les éclaboussures au cou par le dessous de la visière. Les manches des imperméables devraient être suffisamment longues et conçues pour assurer une fermeture étanche aux poignets.

Lorsque les produits sont particulièrement agressifs (ex. : nettoyage d'une surface contaminée par

de la soude caustique), des gants montant jusqu'à l'épaule seront nécessaires afin de minimiser les risques de blessures aux membres supérieurs. Compte tenu du fait que les risques associés à la contrainte thermique subie en ambiance chaude sont souvent présents, les vêtements devraient, dans la mesure du possible, être munis d'ouvertures de ventilation protégées pour empêcher la pénétration des liquides. De telles ouvertures facilitent la circulation de l'air sous le vêtement, permettant d'évaporer la sueur et d'évacuer la chaleur du corps, par effet de « pompage », lorsque le travailleur bouge durant son travail. Les vêtements de protection portés par les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP doivent donc idéalement être conçus spécialement pour le nettoyage au jet d'eau sous HP. Notons que le travailleur a l'obligation de porter les EPI pendant son travail (RSST, article 339).

Lorsque les EPI sont réutilisables (ex. : coquilles), ils doivent être inspectés, nettoyés et désinfectés tous les jours par du personnel qualifié s'ils sont utilisés par plus d'un travailleur. Dans ce cas, un programme systématique de nettoyage et de désinfection doit être implanté. La désinfection d'un équipement signifie qu'il est lavé avec une solution à base d'eau de javel ou avec un autre produit sanitaire équivalent (RSST, article 152). L'annexe C du *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec* (Lara et Vennes, 1998) et la norme CSA Z94.4-93, « Choix, entretien et utilisation des respirateurs », peuvent être utilisées pour établir les grandes lignes d'un tel programme.

Les EPI de base doivent être entretenus régulièrement ou remplacés au besoin afin de s'assurer que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP bénéficient en tout temps de la meilleure protection possible. Les équipements doivent être ajustés à la taille de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP pour lui procurer un bon confort durant le travail afin de minimiser la fatigue et les distractions qui pourraient être à la source d'incidents ou d'accidents. Les EPI doivent être adaptés lorsque le travail est réalisé au froid. Rappelons qu'il est important de faire participer les travailleurs au choix des EPI.

Les EPI sont toujours conçus et fabriqués en faisant le « meilleur compromis possible » entre les critères d'efficacité (adaptation aux risques) tels que l'isolation, l'étanchéité, la résistance, etc., et des critères de confort (adaptation à la taille du travailleur et au travail) tels que l'épaisseur, la souplesse, le poids, etc. Ils doivent donc être choisis en fonction de la nature des travaux à effectuer et doivent présenter des caractéristiques d'efficacité compatibles avec la nature des risques.

Idéalement, les **EPI de base** devraient pouvoir résister à l'action du jet d'eau sous HP, mais, à l'heure actuelle, aucun équipement n'offre une telle protection. Il faut donc chercher des combinaisons d'équipement offrant la meilleure protection compte tenu du travail à effectuer et des conditions dans lesquelles le travail est exécuté. Par exemple, une coquille de surprotection qui s'installe par-dessus la botte pour protéger le dessus du pied et le bas de la jambe doit être utilisée lorsque les travaux sont effectués avec un pistolet à canon court dans un espace restreint.

Pour certains types de travaux, des **EPI plus spécialisés** peuvent être requis, par exemple :

1. le respirateur pour le travail dans un espace clos ayant contenu des substances dangereuses. *Le Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*, de l'IRSST (Lara et Vennes, 1998) doit être consulté pour le choix et l'utilisation appropriés de respirateurs ou de masques respiratoires. Dans le cas de ce type d'équipements, les articles 41 à 47 du RSST doivent être observés;

2. des lunettes de sécurité et une visière ou un masque couvrant le visage en entier lorsque l'opérateur peut être en contact avec des produits susceptibles de causer des lésions aux yeux;

3. des bottes, des gants ou des imperméables conçus spécialement pour résister à des agresseurs chimiques particuliers;

4. une crème protectrice pour la peau dans les cas où les vêtements de protection sont susceptibles de ne pas protéger complètement contre certains produits particuliers.

L'employeur doit voir à ce que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP aient reçu une formation et un entraînement relatifs à l'utilisation de tous les équipements de protection dont ils ont besoin, afin de s'assurer que les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP sont en mesure de tirer le maximum de protection et de confort des équipements mis à leur disposition.



4.2.4 Formation du personnel

Il va sans dire que la formation des membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP est essentielle : seuls les travailleurs ayant suivi une formation adéquate doivent avoir la possibilité d'utiliser des équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP. Lors d'une formation sur le travail au jet d'eau sous HP, on doit s'assurer que le candidat maîtrise bien les notions et les méthodes de travail enseignées.

On aura tout avantage à utiliser des équipements permettant de simuler de façon sécuritaire différentes conditions dans lesquelles le travail au jet d'eau sous HP peut être exécuté. De telles simulations permettront de préparer correctement l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP débutant à effectuer son travail.

4.2.4.1 Formation technique

Une formation minimale sur le travail au jet d'eau sous HP doit couvrir les aspects suivants (ASTM, 1998; AHWJC, 1984) et faire amplement usage de la documentation fournie par le fabricant de chaque équipement si elle existe :

- **Principes du nettoyage au jet d'eau sous HP :** La formation doit expliquer les principes à la base du nettoyage au jet d'eau sous HP.

- **Puissance destructrice du jet d'eau sous HP :** La formation doit démontrer à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP la puissance destructrice d'un jet d'eau sous HP, que ce soit par des moyens audiovisuels ou par un essai pratique.

- **Équipement de protection individuelle :** Les équipements de base nécessaires doivent être décrits aux opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP. On doit leur expliquer quand et pourquoi chaque pièce d'équipement doit être utilisée. De même, les EPI plus spécialisés doivent être décrits selon l'application ou le type de travail exécuté. La formation doit aussi montrer aux opérateurs comment ajuster tous les types d'EPI de manière à en assurer l'efficacité et le confort.

- **Fonctionnement du système :** Le fonctionnement du système de nettoyage au jet d'eau sous HP doit être expliqué en portant une attention particulière aux problèmes possibles et aux mesures préventives correspondantes pour toutes les utilisations envisageables des équipements (bonnes ou mauvaises).

- **Dispositifs de commande :** Tous les dispositifs de commande doivent être décrits et expliqués. Il faut insister sur l'importance de ne pas modifier les dispositifs de commande et de les maintenir en bon état de fonctionnement.

- **Entretien des équipements :** Comme les surfaces de contact des dispositifs de régulation de pression et les soupapes sont sujettes à une usure importante durant les activités de nettoyage au jet d'eau sous HP, elles exigent des inspections, des vérifications et des remplacements fréquents pour en assurer le bon fonctionnement. La formation des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP doit couvrir ces aspects.

- **Boyaux :** Les méthodes appropriées d'installation des boyaux (sans pliure (*kink*) et avec une protection contre l'usure excessive) incluant leur raccord aux différentes pièces d'équipement, de même que l'utilisation des outils appropriés pour les raccords doivent être abordées au cours de la formation.

- **Posture et méthodes de travail :** Les postures et les méthodes de travail assurant une bonne stabilité à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP et une bonne maîtrise de chacun des accessoires de projection du jet d'eau sous HP (pistolet, lances, furet, etc.) doivent être expliquées.

La formation doit insister sur les comportements et les gestes les plus sûrs. Chaque opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP en formation doit avoir la possibilité de se familiariser avec chacun des équipements lors d'essais pratiques où la pression est augmentée graduellement.

- **Qualifications :** La formation doit faire en sorte que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP acquière, grâce à des exercices pratiques, les compétences nécessaires et suffisantes pour utiliser, inspecter et entretenir des équipements et des dispositifs de sécurité. On recommande fortement que les opérateurs soient formés et certifiés pour la réparation de tous les équipements dont ils ont la responsabilité.

4.2.4.2 Formation en santé et sécurité

La section 5 décrit des mesures de sécurité ayant trait aux différents aspects du travail de nettoyage au jet d'eau sous HP et que les opérateurs doivent connaître. La formation des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP doit également couvrir les thèmes suivants (Imbeau, Montpetit et Bergeron, 2001) :

Équipements

- Choix des équipements de travail appropriés selon le travail à exécuter et les conditions dans lesquelles il sera exécuté (ex. : longueur du canon par rapport à un espace restreint).
- Éclairage approprié.
- Vérifications du véhicule moteur avant le départ (ronde de sécurité).
- Vérifications de base et réparations mineures du matériel et des équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP.

Sécurité

- Formation aux mesures de sécurité et explication de leur utilité.
- Sécurisation de la zone de travail et organisation du chantier.
- Planification et coordination des travaux (pour le chauffeur-opérateur).
- Évaluation des risques électriques.
- Procédures de cadenassage.
- Sécurisation des lieux pour le travail en hauteur.
- Procédures sécuritaires pour le travail en espace clos.
- Récupération et évacuation des résidus.
- Charge de travail, contrainte thermique et organisation du travail (méthode de Brouha).

Hygiène personnelle et premiers soins

- Formation sur le secourisme en milieu de travail.
- Conduite en cas d'accident ou d'intoxication.
- Hygiène corporelle et vestimentaire.

Équipements de protection individuelle

- Installation appropriée des protecteurs auditifs.
- Choix, vérification et inspection des EPI.

Hygiène industrielle

- Toxicité des produits chimiques et des agents biologiques les plus fréquents, leurs effets sur la santé et les mesures de protection (formations SIMDUT et TMD).
- Vérification de l'atmosphère et de la qualité de l'air (respirabilité et contaminants, gaz explosifs).

Hygiène corporelle et vestimentaire

En ce qui a trait à l'hygiène corporelle et vestimentaire, la formation sur les risques de contamination doit être donnée à tous les employés et doit insister particulièrement sur les points suivants (APSAM, 1999) :

- éviter de mettre les doigts dans les yeux, la bouche et les oreilles;
- se laver soigneusement les mains et se brosser les ongles; garder les ongles courts;
- se laver les mains avant de manger, de boire ou de fumer;
- traiter immédiatement les blessures : nettoyer et désinfecter soigneusement toutes les plaies et les coupures même légères et consulter un médecin qui décidera des soins à donner;
- prendre une douche à la fin de chaque quart de travail et laisser ses vêtements de travail sur place;
- ranger les vêtements de travail et les vêtements de ville dans des casiers séparés;
- nettoyer les vêtements périodiquement.

Secourisme

La formation sur le secourisme (voir la section 7, « Premiers secours et premiers soins ») en milieu de travail est particulièrement importante pour les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP, compte tenu des nombreux risques que leur travail comporte (voir la section 4.1). Une telle formation facilitera une intervention rapide tout en permettant :

- de faire les gestes qui peuvent sauver la vie de la personne blessée;
- d'empêcher l'aggravation des blessures ou d'en diminuer la gravité;
- de réconforter la personne blessée;
- de passer le relais aussitôt que possible à des spécialistes en leur communiquant les renseignements nécessaires.

Il est à noter qu'un groupe de travail du Comité paritaire de l'environnement, le sous-comité « premiers secours et premiers soins », élabore en ce moment une formation en secourisme adaptée en fonction des risques que présente le travail dans le secteur du nettoyage industriel et des blessures que les travailleurs subissent. Le programme de formation de base en secourisme se subdiviserait en deux parties :

a) des notions générales de secourisme relativement aux fractures, aux chocs électriques, aux asphyxiants, aux brûlures chimiques et à la contrainte thermique;

b) une formation plus technique relative à l'oxygénothérapie en espace clos et aux blessures par injection d'eau sous haute pression ou par aspiration de membres.

4.2.4.3 Rappel

Dans un programme de formation complet, tous les thèmes mentionnés précédemment doivent être abordés avec suffisamment de détails pour que l'opérateur soit en mesure de comprendre l'importance des notions transmises et d'établir le lien avec le travail à effectuer. Le programme de formation doit comprendre assez de notions pratiques sur chacun des thèmes et permettre aux travailleurs de tester les connaissances acquises et les méthodes de travail apprises. Il faut s'assurer que les opérateurs possèdent les compétences et les qualifications minimales requises pour exécuter leur travail en toute sécurité.

La formation verra aussi à assurer que les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP acquièrent des attitudes et des comportements professionnels. Cet aspect est important pour l'image de marque de l'entreprise se spécialisant dans le nettoyage industriel au jet d'eau sous HP.

L'employeur doit autoriser les travailleurs à utiliser uniquement les équipements sur lesquels ils ont été formés et pour l'utilisation desquels ils sont suffisamment qualifiés.

Le programme devrait finalement prévoir des examens ou des séances périodiques de rafraîchissement des connaissances sur certains aspects de première importance comme la formation en secourisme. Une formation renouvelée tous les trois ans est proposée pour le secourisme, le SIMDUT et le TMD. Les séances de formation périodiques viseront également à mettre à jour les connaissances des travailleurs au fur et à mesure que de nouveaux équipements sont offerts sur le marché, que de nouveaux types de travaux sont exécutés par l'entreprise de nettoyage (ex. : nouveaux clients, nouvelles installations) ou que des changements dans les normes ou les règlements sont adoptés.

Il est très important de souligner que **les vendeurs, les répartiteurs et les superviseurs** des entreprises se spécialisant dans le nettoyage au jet d'eau sous HP doivent avoir été correctement formés compte tenu de leur rôle clé dans la détermination de plusieurs des conditions dans lesquelles le travail des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP est exécuté (ex. : travail en espace clos). Sans recevoir une formation aussi détaillée que celles des opérateurs et de leurs aides, ils devraient certainement avoir des notions suffisamment complètes pour être en mesure de contribuer efficacement à la réduction des risques liés à la santé et à la sécurité du travail au jet d'eau sous HP ainsi qu'à sa productivité. L'employeur doit vérifier que la personne formée a bien assimilé les connaissances nécessaires.

Enfin, mentionnons que le personnel interne des entreprises de nettoyage responsable de la vérification, de l'entretien ou de la réparation des équipements, doit avoir reçu la formation nécessaire et être qualifié par le ou les fabricants des différentes pièces d'équipement : ce personnel doit être en mesure d'appliquer les méthodes qui garantissent la qualité de l'exécution de son travail. Plus particulièrement, le personnel responsable du nettoyage et de la désinfection des appareils respiratoires doit être formé et en mesure d'appliquer les méthodes prescrites par la norme CSA Z94.4-93 et l'article 152 du RSST.



5 Sécurité pendant la préparation et l'exécution des travaux au jet d'eau sous HP

5.1 Composition de l'équipe

Le travail de nettoyage au jet d'eau sous HP effectué manuellement doit se faire en équipe de deux personnes au minimum. L'une de ces personnes, le chauffeur-opérateur, assume la responsabilité de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP. Il s'agit habituellement de celui qui a un permis pour conduire le camion. Il voit aux vérifications de base de l'équipement, à l'aménagement de la zone de travail et à l'obtention des permis et autorisations nécessaires pour effectuer le travail. L'autre membre de l'équipe est l'aide-opérateur. L'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP peut compter plus d'un aide selon les besoins. Tous les membres de l'équipe (chauffeur-opérateur et aides) sont qualifiés pour utiliser les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP de façon sécuritaire et productive, de sorte que le travail de nettoyage comme tel est réparti entre les différents membres de l'équipe au cours de la journée de travail. Il va de soi que chaque membre d'une équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doit pouvoir lire et comprendre les différents documents qui lui sont remis (ex. : fiche et permis de travail) et communiquer facilement avec ses coéquipiers.

Pendant du travail de nettoyage, lorsqu'un membre de l'équipe utilise l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP (ex. : pistolet), l'autre le surveille constamment de même que les équipements. Le membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP qui assure la surveillance (le surveillant) doit être attentif au moindre signe de difficulté ou de fatigue de son coéquipier. Le surveillant **ne doit jamais s'absenter** sans que son coéquipier en soit informé. Les travaux doivent alors être interrompus jusqu'à ce que le surveillant soit revenu, qu'il soit apte à remplir sa fonction de surveillance et qu'il ait informé son coéquipier de son retour. (**Aucun accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP ne doit être utilisé par une personne laissée sans surveillance.**)

Le surveillant doit être placé de façon à avoir accès rapidement et facilement à une commande de dépressurisation d'urgence du système de nettoyage au jet d'eau sous HP (section 2.6) en cas d'incident ou d'accident. Il se tiendra donc préférablement à proximité du générateur HP ou à proximité d'une telle commande, si elle est installée le long du circuit de distribution du jet d'eau sous HP, tout en s'assurant de pouvoir maintenir en tout temps le contact visuel avec son coéquipier.

Lorsqu'il est impossible de maintenir le contact visuel avec son coéquipier et de rester à proximité d'une commande de dépressurisation d'urgence (ex. : travaux sur des étages ou paliers différents de celui du camion), l'équipe devra compter sur une troisième personne (le relais). Cette personne assurera la surveillance par contact visuel de l'opérateur effectuant le nettoyage tout en maintenant un contact par radio avec le membre de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP se trouvant près de la commande de dépressurisation d'urgence au camion. Enfin, le surveillant (ou le relais) doit voir à repérer les personnes qui pénètrent dans la zone de travail. L'opérateur se trouvant près de la commande de dépressurisation d'urgence doit toujours pouvoir dépressuriser le système dès qu'une situation non sécuritaire est décelée. Le système reste dépressurisé jusqu'à ce le problème soit réglé.

Avant de commencer les travaux, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent convenir d'un code de signaux pour communiquer.

Le système suivant est couramment utilisé :

- pouce vers le haut = augmenter la pression;
- index vers le bas = diminuer la pression;
- mouvement circulaire de l'avant-bras = mettre la pompe en marche;
- main à l'horizontale = arrêter.

Là où le bruit peut nuire à la communication entre les membres de l'équipe, un système de communication par radio doit être employé. Cependant, ce système ne peut jamais remplacer la surveillance visuelle de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise l'accessoire de projection.

Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP devraient être en mesure de faire de la rotation afin d'éviter la fatigue excessive.

On peut avoir besoin d'une troisième personne dans les cas où l'accessoire de projection HP

est trop difficile à manipuler pour un seul opérateur du jet d’eau sous HP (ex. : nettoyage avec une lance longue) ou lorsqu’il est impossible de maintenir simultanément le contact visuel avec le coéquipier et d’avoir accès rapidement à une commande de dépressurisation d’urgence (distance trop grande, obstacles dans le champ visuel ou travail en espace clos). Un troisième opérateur peut aussi permettre dans certains cas d’effectuer une rotation pour minimiser la fatigue ou les risques liés à la contrainte thermique. Lorsque le camion est installé sur la voie publique, celui-ci ne doit jamais rester sans surveillance durant les travaux de nettoyage au jet d’eau sous HP. Une troisième personne doit donc en assurer la surveillance si l’opérateur et son aide ne peuvent le faire durant les travaux.

Enfin, pour le travail au furet sur une canalisation de grande longueur, on peut devoir faire appel à plusieurs personnes afin d’assurer une surveillance appropriée dans toutes les zones pouvant présenter des risques (ex. : ouvertures multiples le long d’une longue conduite).



5.2 Organisation du travail

Toute intervention de nettoyage industriel au jet d’eau sous HP doit être bien préparée, ce qui suppose une bonne connaissance des conditions de son déroulement, du matériel à utiliser et des moyens de prévention à mettre en œuvre. Les procédures à suivre doivent être bien connues des membres de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP. Un système permettant de consigner les données relatives à chaque intervention (SII) chez un client doit être mis sur pied dans chaque entreprise se spécialisant dans le nettoyage industriel au jet d’eau sous HP.

Lorsqu’une intervention est prévue chez un client, toutes les données du SII relatives à cette intervention doivent être mises à la disposition du chauffeur-opérateur dans la fiche de travail afin qu’il puisse mieux planifier le travail de son équipe. Un exemple de fiche de travail pour le nettoyage au jet d’eau sous HP est présenté à l’annexe VI.

En fait, le chauffeur-opérateur doit recevoir, avant de se rendre chez le client, toutes les données utiles sur les procédures à suivre, les précautions particulières à prendre, les vérifications à effectuer, l’emplacement des équipements d’urgence (ex. : douches oculaires), des postes de secours ou des moyens de liaison les plus proches, afin de prévenir les organismes de secours en cas d’accident. Lorsque les membres de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP (chauffeur-opérateur et aide) ne connaissent pas bien le travail à effectuer ni les conditions qui existent chez un client, ils doivent **obligatoirement** rencontrer du personnel ayant déjà effectué ce type de travaux chez ce même client.

Lorsqu’il s’agit de travaux effectués **pour la première fois** chez un client ou qu’il s’agit de travaux réalisés dans de nouvelles conditions, un examen minutieux des lieux de travail doit être fait conjointement avec le client (donneur d’ouvrage). Cet examen permettra de rédiger un cahier des charges précis, établissant les mesures préventives nécessaires, les obligations du client (donneur d’ouvrage) de même que celles qui incombent à l’entreprise de nettoyage. Les données ainsi produites seront regroupées sous forme d’un protocole de service qui devra être approuvé tant par l’entreprise de nettoyage que par le client, avant que les travaux puissent commencer. Les données contenues dans le protocole seront par la suite consignées dans le SII.

À la suite de chaque opération de nettoyage au jet d’eau sous HP, il faut mettre à jour les données contenues dans le SII afin de prendre en compte toute nouvelle situation particulière ou tout changement ayant des répercussions sur le déroulement des travaux de nettoyage au jet d’eau sous HP. Par exemple, l’information sur les nouvelles situations observées pourra conduire à la mise à jour de la formation et des compétences des membres de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP. La section 6.1 fournit une liste des données qui devraient être consignées dans le SII et fournies au chauffeur-opérateur sur la fiche de travail.

Le protocole de service (et la fiche de travail) doit notamment préciser les règles particulières de sécurité que les membres de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP doivent respecter chez le

client ainsi que la nature de tous les risques particuliers dont le client a connaissance, comme la nature des produits dangereux et les risques qu'ils comportent ainsi que les risques électriques. En approuvant le protocole de service, le client s'engage à informer son personnel de la réalisation de travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP et à lui indiquer les procédures à suivre. Par exemple, le client verra à s'assurer que son personnel n'a pas accès à la zone de travail sans autorisation. Il verra à ce que les membres de son personnel autorisé n'entrent dans la zone de travail que si c'est nécessaire et qu'alors, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP en soient prévenus. Ils ne peuvent s'adresser à l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise l'accessoire de projection tant et aussi longtemps que le jet d'eau n'a pas été interrompu. S'ils veulent que le jet soit interrompu, ils doivent communiquer avec son coéquipier. En aucun cas l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise l'accessoire de projection ne doit être distrait de son travail lorsque le jet d'eau est actionné.

Lorsqu'il s'agit d'une intervention associée à une demande de service immédiate et inattendue (ex. : bris d'équipement, ligne bloquée), il est impossible de faire une visite préalable ou de rédiger une fiche de travail détaillée. Dans de telles conditions, le répartiteur qui reçoit l'appel doit obtenir le maximum d'information de la part du client. Une formation adéquate et complète des répartiteurs sur les particularités du travail au jet d'eau sous HP est donc indispensable. Étant donné que le travail en espace clos est fréquent, tous les équipements et procédures nécessaires à ce type de conditions de travail devraient être prévus avant le départ pour se rendre chez le client (ex. : situation pouvant présenter un **d**anger **i**mmédiat pour la **v**ie ou la **s**anté – **DIVS**). Une telle approche permettra d'assurer que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP ont à leur portée tous les équipements et toutes les procédures leur permettant de travailler en toute sécurité, que l'intervention soit planifiée ou non.

Si la demande de service est faite à la dernière minute, pendant que l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP est déjà chez le client, en train de terminer une intervention, l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP peut exécuter les travaux demandés uniquement si elle dispose de tous les équipements et de toutes les données nécessaires. En cas d'incertitude ou de doute, le répartiteur de l'entreprise de nettoyage ou le superviseur doit être informé de la nouvelle demande du client. À la fin des travaux, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent consigner toute nouvelle information ou tout élément nouveau sur les travaux réalisés chez le client afin de permettre une mise à jour du SII.

Les entreprises de nettoyage devraient mener une étude détaillée des interventions faisant suite à des demandes de service immédiates et inattendues au cours des trois dernières années en vue d'établir des procédures de travail convenant à chaque situation observée et de déterminer les équipements minimums à conserver dans les véhicules pour être en mesure d'y répondre de façon convenable et en toute sécurité. Une telle étude permettrait aussi de dresser une liste des questions précises que les répartiteurs pourraient poser au client qui demande une intervention qui n'a pas pu être planifiée minutieusement. Les réponses à ces questions permettraient de fournir le maximum d'information aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP avant leur arrivée sur les lieux de travail.



5.3 Aménagement du poste de travail

Les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent, dans la mesure du possible, être effectués dans des zones aménagées en conséquence. Celles-ci doivent être délimitées au moyen de protecteurs fixes dans lesquels sont aménagés des accès. Des affiches doivent être installées aux points d'accès pour interdire l'entrée à toute personne venant de l'extérieur tant que le travail est en cours (ex. : panneaux de signalisation portatifs). Lorsqu'il est impossible de voir l'intérieur du site, des affiches indiquant clairement que des travaux sont en cours doivent être installées aux points d'accès.

Si les travaux sont exécutés en dehors d'une aire aménagée, le périmètre de travail doit être clairement indiqué et délimité par des moyens appropriés, conformément aux exigences du client

(ex. : ruban jaune ou rouge, cordons, chevalets). Des affiches interdisant clairement l'accès à la zone des travaux doivent aussi être installées.

Compte tenu de la grande portée du jet d'eau et des risques de blessure qu'il comporte, le périmètre de la zone de travail devrait être situé à une distance d'au moins 15 m (50 pi) du poste de nettoyage au jet d'eau sous HP.

Si cette distance de 15 m (50 pi) ne peut être maintenue (ex. : coactivité avec d'autres travailleurs ou circulation de piétons), il faudra utiliser au besoin des barrières et des écrans résistants au jet.

Si la distance est inférieure à 9 m (30 pi) des barrières, des écrans ou d'autres obstacles doivent être installés. Ceux-ci doivent être placés de façon à éliminer tout risque de perforation ou de traumatisme causé par le jet ou par la projection de débris ou de contact avec des produits nocifs pour une personne se trouvant à l'extérieur du périmètre de travail. Des écrans ou des barrières d'une hauteur de 2 m (6 pi) sont habituellement recommandés.

Dans les espaces plus restreints, il faudra s'assurer que l'espace entre les barrières de protection et la pièce à nettoyer est suffisant pour permettre aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP de travailler en sécurité et sans gêne.

Lorsqu'il est nécessaire d'avoir des postes de travail adjacents, ceux-ci doivent être séparés par des barrières de façon à éviter qu'un travailleur soit exposé aux risques créés par les postes de nettoyage voisins.

Dans tous les cas, une affiche devrait être installée sur la source d'alimentation en eau ou à proximité pour indiquer à toute personne qu'il ne faut pas couper l'eau ni en réduire l'apport durant les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP afin de ne pas nuire à la sécurité des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP et d'éviter tout dommage aux équipements. De plus, une affiche indiquant de ne pas toucher aux commandes doit être apposée ou installée près de la commande de dépressurisation d'urgence du camion pour les mêmes raisons.

Mesures de prévention

Lors de l'aménagement d'un poste de travail, on devrait dans la mesure du possible prévoir les éléments suivants :

1. Assurer un éclairage suffisant et une ventilation appropriée (ex. : si le travail a lieu dans un espace clos).

2. Munir les membres de l'équipe d'un moyen de communication efficace et fiable.

3. Installer un mécanisme de fixation de la pièce lorsque celle-ci est susceptible de se déplacer sous l'action du jet d'eau (une pièce à nettoyer ne doit jamais être maintenue avec les mains ou les pieds) : par exemple, utiliser les fourches d'un chariot élévateur pour maintenir en place ou stabiliser une pièce à nettoyer.

4. Mettre en place chaque fois que c'est possible des écrans ou des déflecteurs évitant que des particules et des débris soient projetés sur l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ou sur d'autres personnes. Cela peut survenir, par exemple, dans le cas du nettoyage au furet lorsque les extrémités des conduites à nettoyer donnent sur des aires de circulation. Lorsque des écrans ne peuvent être installés à toutes les ouvertures, il faut les baliser et les surveiller attentivement et couper la pression d'eau dès que le furet sort par l'une de ces ouvertures (ex. : nettoyage d'un égout).

5. Prévoir la récupération et l'évacuation des liquides et des résidus de nettoyage le plus près possible de la zone de projection.

6. Prévoir des dispositifs d'aide à la manutention appropriés pour déplacer les pièces à manipuler.

7. Dans tous les cas, éviter que d'autres travaux s'effectuent ou qu'il y ait coactivité pendant le travail en espace clos.

8. S'assurer que le sol est en bon état, propre (n'est pas glissant) et dégagé (tous les objets encombrant le sol devraient être rangés avant le travail). Une plate-forme de travail devrait être aménagée au besoin.

9. S'assurer que tout équipement nécessaire à la protection des travailleurs durant les travaux en hauteur est installé correctement de même que tout équipement nécessaire pour le travail en espace clos.

10. S'assurer que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP a un accès facile à l'endroit à nettoyer (ex. : conception appropriée des voies d'accès aux espaces clos) et qu'il peut sortir facilement de la zone de travail en cas d'urgence en installant des moyens facilitant l'accès et la sortie lorsque les ouvertures sont mal configurées. Par exemple, on peut installer un madrier sur la partie la plus basse d'une ouverture située au-dessus du plancher et sur lequel l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP pourra se glisser pour passer dans l'ouverture.



5.4 Installation des équipements

Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent respecter les consignes suivantes, autant pendant la préparation des travaux que pendant leur exécution :

1. Ne jamais réparer ou ajuster un équipement lorsque le système est mis sous pression (ex. : serrage d'un raccord, changement d'une buse).

2. S'assurer, avant de faire une réparation ou un ajustement aux équipements, que le système est complètement dépressurisé.

3. S'assurer que le système ne peut être mis sous pression accidentellement durant une réparation ou un ajustement (système verrouillé ou moteur du générateur HP arrêté).



5.4.1 Générateur HP

Pour déterminer l'emplacement du camion (générateur HP) sur le site de l'intervention, on devrait tenir compte de la direction des vents pour éviter que les gaz d'échappement du moteur de la pompe ou du réchauffeur ne soient transportés vers la zone de projection. Si le travail a lieu sur la voie publique, il faut s'assurer que le camion est garé de façon à offrir un maximum de protection aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP contre les risques liés à la circulation tout en offrant un accès facile et protégé aux commandes du générateur HP. Il faut également prévoir une signalisation conforme au *Code de la sécurité routière* (SAAQ).

Lorsque le générateur est alimenté par une source de courant, le point d'interconnexion des masses métalliques doit être relié à une mise à la terre. De plus, la ligne d'alimentation du générateur (s'il est électrique) doit comporter un dispositif différentiel de sensibilité égal ou inférieur à 30 mA. En l'absence d'un tel dispositif, l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP ne doit jamais entrer en contact avec des tensions supérieures à 24 V.

Le raccord du générateur à la source d'alimentation en eau potable doit être conforme aux recommandations du fabricant. L'alimentation en eau doit être suffisante pour permettre d'exécuter les travaux et des critères de qualité doivent être respectés (voir la section 2.3).

Le dispositif permettant de limiter la pression dans le système de nettoyage au jet d'eau sous HP (en aval du générateur) doit toujours être vérifié avant le début des travaux. Par exemple, le disque de rupture doit faire en sorte que la pression ne puisse jamais excéder 1,25 fois la pression maximale d'utilisation. Il doit être installé selon le moyen prévu par le fabricant du générateur en amont des boyaux et des accessoires de projection du jet d'eau sous HP.



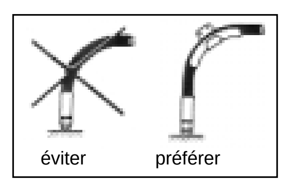
5.4.2 Boyaux et raccords

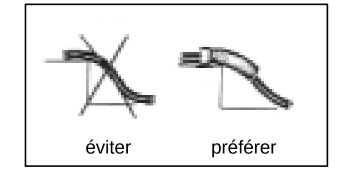
La pression maximale admissible des boyaux et des raccords doit être supérieure ou égale à la pression maximale d'utilisation du générateur HP (déterminée par les disques de rupture utilisés). Il faut donc, lors de l'installation des équipements, s'assurer que les boyaux peuvent être utilisés en toute sécurité à la pression souhaitée. Avant d'être utilisés, les boyaux et leurs raccords doivent être propres. Les boyaux étant fragiles, il faut les protéger en utilisant les montages appropriés. Les schémas de la figure 18 illustrent différents montages à éviter ou à favoriser selon le cas en ce qui a trait aux boyaux.

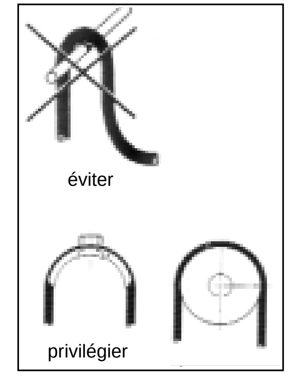
Il faut éviter les montages ne permettant pas de respecter les courbures minimales indiquées par le

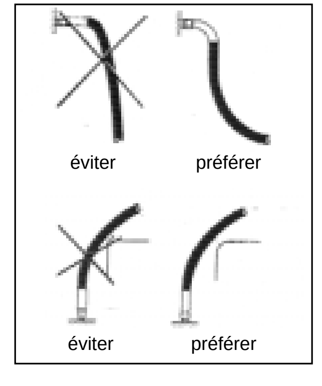
fabricant. Au besoin, il faut faire usage de joints, de supports ou de poulies pour respecter les courbures minimales. Il faut éviter que le boyau s'use en glissant sur des arêtes vives (ex. : obstacles au sol ou usure du boyau sur les rebords de l'entrée lorsque celle-ci n'est pas dans l'axe de la conduite pendant le travail au furet). Les boyaux devraient suivre un cheminement aussi peu courbé que possible et ils devraient être placés de façon à minimiser leurs déplacements et leurs mouvements au moment de la mise sous pression.

Pour minimiser les déplacements et les impulsions dans le système de projection du jet d'eau sous haute pression, il est généralement recommandé d'utiliser des boyaux les plus courts possibles. En outre, comme certains boyaux peuvent allonger ou raccourcir quelque peu au moment de leur mise sous pression, quelques courbes devraient être maintenues le long du tracé pour éviter que le changement de longueur ne déstabilise l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP au moment de la mise sous pression ou hors pression de l'accessoire de projection. Des gaines de protection devraient être utilisées pour protéger les boyaux contre l'usure due aux vibrations ou aux déplacements sur une surface si ceux-ci ne peuvent être immobilisés correctement.









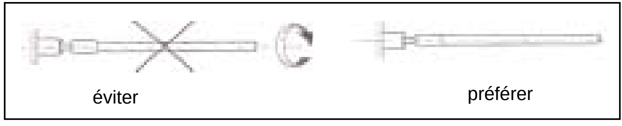


Figure 18. Montages des boyaux (source : *Équipements à jet d'eau sous haute et très haute pression*, R. Werle, INRS, 1995)

Il faut également éviter de tordre les boyaux lors du déroulement et du serrage des raccords. Il faut aussi éviter les pliures (*kinks*) et surtout ne pas tirer sur le boyau lorsque celles-ci se forment. Il faut protéger les boyaux par des écrans lorsqu'ils passent près de sources de chaleur suffisamment élevée pour en détériorer la surface externe. Enfin, il faut éviter de les soumettre à des efforts de tension élevés (ex. : s'en servir pour tirer des équipements lourds ou pour supporter le poids du travailleur lors de la descente dans un puits d'accès ou de la remontée).

Un boyau ne reposant pas sur le sol doit être fixé à des supports dont les points de fixation sont espacés régulièrement. Dans ce cas, il faut utiliser des courroies ou des sangles respectant les rayons de courbure indiquées par le fabricant. La figure 19 montre comment protéger les boyaux contre l'écrasement lorsqu'ils croisent une voie de passage. Il est important de noter qu'aucun véhicule (ex. : camion, chariot élévateur) ne doit circuler sur des boyaux non protégés, à cause des dommages internes (invisibles) ou externes qu'ils peuvent alors subir. Les dommages aux boyaux ont pour effet d'en réduire le facteur de sécurité et donc d'exposer les travailleurs à des risques d'accident. L'aménagement illustré à la figure 19 permet aussi d'éliminer les risques de trébuchement dus aux boyaux étendus sur le sol.

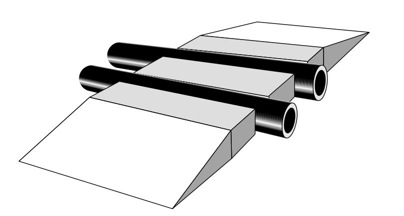


Illustration : André Vachon

Figure 19. Protection des boyaux contre l'écrasement

Afin de réduire les conséquences **d'un coup de fouet** à la suite de la rupture d'un raccord ou d'un boyau, il convient d'attacher les boyaux à intervalles réguliers, d'établir des liaisons entre les boyaux en utilisant des sangles de retenue (*whipcheck*) ou des gaines à tresses métalliques (voir la figure 20) ou d'utiliser une gaine enfermant les boyaux et leurs raccords (*whip*) qui se trouvent les plus près des travailleurs. Il est important de souligner qu'il faut utiliser des sangles de retenue spécialement conçues pour les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP et dont la résistance est suffisante pour la pression maximale admissible des accessoires et des boyaux sur

lesquels elles sont installées. Les sangles de retenue conçues pour les boyaux et les accessoires à air comprimé ne doivent jamais être utilisées pour les travaux au jet d'eau sous HP.

Les raccords doivent être serrés ou desserrés uniquement lorsque le système n'est pas sous pression, comme lors du premier montage en vue d'effectuer des travaux. Si un serrage additionnel est nécessaire à la suite de la mise sous pression, il faut d'abord mettre le système hors pression avant d'effectuer le serrage. D'une part, une fuite du système de nettoyage au jet d'eau sous haute pression comporte un risque élevé de blessure et, d'autre part, le resserrage d'un raccord sous pression peut l'endommager au point même d'en provoquer la rupture. Un raccord (ou un boyau) endommagé doit être remplacé immédiatement.

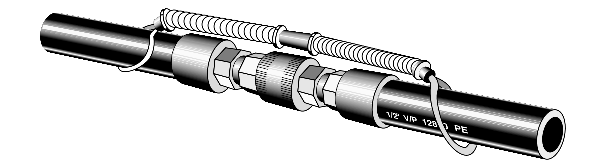


Illustration : André Vachon

Figure 20. Utilisation de gaines à tresses métalliques pour éviter les coups de fouet en cas de rupture d'un raccord

Afin de faciliter le montage et le démontage des raccords pour en préserver la durée, on doit utiliser un lubrifiant spécialement conçu pour les systèmes de nettoyage au jet d'eau sous HP (ex. : graisse grise).



5.4.3 Accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP (pistolet, lance, furet)

Lors de l'installation des équipements, il faut s'assurer que les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP (ex. : pistolet) peuvent être utilisés en toute sécurité à la pression souhaitée. La pression maximale admissible des accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP doit être supérieure ou égale à la pression maximale d'utilisation du générateur HP (déterminée par les disques de rupture utilisés). La pression maximale admissible d'un accessoire de projection devrait être gravée sur l'une de ses surfaces afin d'en permettre une lecture facile. Le travailleur utilisant l'accessoire de projection doit toujours pouvoir le dépressuriser à l'aide d'une commande (ex. : pédale, commande à deux mains) de type « à action maintenue » (ou « homme mort ») : le fait de relâcher la commande met automatiquement l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP à l'arrêt.

Si l'accessoire doit être utilisé manuellement, il faut établir la force de recul selon la buse, la pression d'utilisation et le débit choisis avec laquelle l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP aura à composer (voir l'annexe II). Le pistolet doit être équipé d'un dispositif d'appui approprié contre le corps (ex. : épaulière) dès que la force de recul est supérieure à 23 lb (103 N) (Mital, Nicholson et Ayoub, 1997; Tilley, 1993; Putz-Anderson, 1988).

Lorsque deux accessoires de projection du jet d'eau sous HP ou plus (dont l'un est un pistolet) sont alimentés par le même générateur HP, celui-ci doit être muni d'un dispositif atténuant les réactions provoquées par la mise en marche ou l'arrêt de l'un d'entre eux. La variation de la force de recul du pistolet à la suite de la mise en marche puis de l'arrêt de n'importe lequel des autres accessoires de projection du jet d'eau sous HP ne doit pas excéder 15 % de la force de recul pendant le fonctionnement de l'appareil. Il va sans dire que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent être correctement formés et habitués au phénomène des impulsions transmises dans le système de nettoyage au jet d'eau sous HP à la suite de la mise en marche et de l'arrêt des commandes des accessoires ainsi qu'aux déséquilibres que ces impulsions peuvent provoquer.



5.4.4 Commande de dépressurisation d'urgence

Le membre de l'équipe assurant la surveillance visuelle de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP effectuant le nettoyage au jet d'eau sous HP doit en tout temps avoir accès à une commande de dépressurisation d'urgence du système de nettoyage au jet d'eau sous HP qui soit facile d'accès, d'action rapide et fiable. Par exemple, il peut s'agir d'une commande de type dérivation située sur le camion ou le long du circuit de distribution du jet d'eau sous HP. Dans ce dernier cas, la commande devrait être située assez près de l'opérateur de l'accessoire de projection (ex. : pistolet) pour permettre une surveillance visuelle appropriée de ce dernier, c'est-à-dire à

une distance minimale de 15 m (50 pi) et n'excédant pas 30 m (100 pi).

La commande de dépressurisation d'urgence devrait pouvoir être verrouillée en position « système dépressurisé » afin d'éviter les mises en marche accidentelles ou imprévues. Puisque la mise hors pression du système de nettoyage au jet d'eau sous HP peut déséquilibrer celui qui utilise l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP, le surveillant doit prendre garde de ne pas désenclencher, puis réenclencher, la commande de façon successive sans que son coéquipier en soit prévenu.



5.5 Vérifications préalables aux travaux

La section 6.1 présente une liste d'éléments à vérifier avant de mettre sous pression les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP. La liste couvre des éléments touchant principalement à l'état du matériel ainsi qu'au travail à effectuer et à la zone de travail.

Parmi les vérifications importantes, soulignons le fait qu'il faut bien purger le système de son air et des particules qui pourraient éventuellement bloquer la buse avant son installation sur l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP. Cette opération de purge doit se faire à basse pression. Une fois le système purgé, il doit être mis hors pression et verrouillé (ou le moteur arrêté) afin d'éviter sa mise en marche accidentelle durant l'installation des buses.

À cause des risques importants de gel liés à la mise hors pression du système de nettoyage au jet d'eau sous HP ou à l'arrêt du moteur en hiver, le système pourra continuer de fonctionner à très faible pression pendant l'installation des buses. **Par « très faible pression »**, on entend suffisamment de pression pour permettre qu'un filet d'eau coule en continu pour prévenir le gel dans le circuit de distribution du jet d'eau sous HP, par exemple, lorsque le moteur de la pompe tourne au ralenti (*idle*). Dans ces conditions, la commande des gaz du moteur (*throttle*) doit être verrouillée en position (au ralenti) pour éviter que le système soit mis sous pression accidentellement pendant l'installation des buses. Enfin, lorsqu'on utilise un furet, il faut vérifier l'état des buses (ex. : orifices bouchés) en testant le système à basse pression avant d'entreprendre les travaux.

Pour les travaux de nettoyage au pistolet, il faut s'assurer que toutes les pièces (à nettoyer ou autres) qui risquent d'être mises en mouvement sous l'action du jet sont fixées solidement (voir la section 4.1.1).



5.6 Consignes durant l'opération

Il est important de répéter que, dans l'éventualité où les conditions de travail ne sont plus sécuritaires, il faut immédiatement dépressuriser le système de nettoyage au jet d'eau sous HP et interrompre les travaux. Les conditions de travail peuvent cesser d'être sécuritaires pour différentes raisons, dont par exemple :

- des variations des conditions atmosphériques (brouillard, orage, vent, gel, neige);
- des dégagements de vapeurs ou de gaz réduisant la visibilité;
- toute circonstance rendant l'air impropre ou nuisant à la communication ou au contact visuel entre les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP;
- l'entrée d'une personne sans autorisation dans la zone de travail;
- le jet d'eau ne s'interrompt pas lorsque la pédale ou la commande d'activation du pistolet est relâchée;
- une fuite ou un dommage au matériel est décelé;
- un système d'alarme est déclenché dans la zone de travail ou à proximité.

Les travaux ne peuvent reprendre qu'une fois les conditions de travail redevenues entièrement sécuritaires.

Le système de nettoyage au jet d'eau sous HP doit être mis sous pression graduellement, et ce, **à basse pression** afin de permettre une inspection visuelle de toutes ses composantes. Cette inspection a pour but de déceler des fuites éventuelles,

des déformations, des gonflements localisés des boyaux ou toute erreur de montage qui pourraient causer des secousses inattendues ou imprévisibles de l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP et dont les conséquences peuvent être très graves.

Si l'inspection visuelle ne révèle aucun problème, il faut s'assurer que chaque travailleur est à son poste et qu'aucune personne non autorisée ne se trouve dans la zone de travail **avant** de monter graduellement la pression dans le système de nettoyage au jet d'eau sous HP à la pression d'utilisation voulue. L'augmentation graduelle de la pression permettra à celui qui actionne l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP (ex. : pistolet) de s'habituer à la force de recul. Une fois la pression atteinte, une autre inspection visuelle devra être faite au tout début des travaux pour déceler toute fuite dans le système de nettoyage au jet d'eau sous HP ou confirmer que tout fonctionne normalement.

Durant les travaux, il ne faut **jamais** ajuster la pression sans que le travailleur actionnant l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP en soit informé, à cause de la perte d'équilibre que cela pourrait entraîner.

Les boyaux doivent être disposés de telle façon que celui qui actionne l'accessoire de projection du jet d'eau sous HP n'ait qu'à tirer sur les boyaux pour progresser dans la zone de travail. Dès qu'il doit reculer ou revenir sur ses pas, il faut interrompre le jet. Lorsque le jet doit être maintenu activé pendant que l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui commande l'accessoire de projection recule, un coéquipier doit l'aider à tirer les boyaux pour éviter qu'il ne trébuche sur ceux-ci en se déplaçant.

Rappelons encore qu'il faut toujours utiliser la pression la plus basse permettant d'effectuer les travaux afin de minimiser l'usure prématurée des équipements et la fatigue excessive des travailleurs, qui est souvent une source d'accidents.



Interruption temporaire du travail

Il ne faut jamais laisser un accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP fonctionner sans surveillance. Avant de quitter leur poste de travail, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent s'assurer que le système est complètement dépressurisé, c'est-à-dire que la pression dans toutes les composantes du système de nettoyage au jet d'eau sous HP est ramenée à la pression atmosphérique (aucune pression résiduelle). En hiver, le système peut rester en marche à faible pression (voir la section 5.5). Dans tous les cas, le système doit également être verrouillé pour prévenir sa mise en marche accidentelle pendant que l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP est absente (ex. : pendant les repas).

Pour effectuer toute réparation ou tout ajustement au système de nettoyage au jet d'eau sous HP pendant les travaux, comme changer la buse ou une section de boyau, on prendra les mêmes précautions pour éviter toute mise sous pression accidentelle.



Fin du travail

Le rangement du matériel à la fin des travaux chez le client doit être fait soigneusement. Entre autres, toutes les commandes et tous les accessoires doivent être déconnectés et nettoyés avant d'être rangés. Les boyaux doivent être nettoyés et munis de bouchons de protection à leurs extrémités pour empêcher les saletés de s'y introduire, avant de les ranger. On peut aussi rouler les boyaux en en reliant les extrémités pour former des boucles afin d'éviter que les saletés s'y introduisent. Dans ce cas, il faut respecter les courbures minimales prescrites par le fabricant. Il faut vidanger le circuit de distribution du jet d'eau sous HP s'il y a un risque de gel. Il faut consigner toute information relative au mauvais fonctionnement ou tout dommage au matériel pour que chaque composante puisse faire l'objet d'un entretien adéquat si nécessaire. Les mêmes consignes s'appliquent à tous les EPI susceptibles d'être réutilisés.

Il faut enfin consigner dans le SII toute nouvelle information relative au travail et aux conditions dans lesquelles il a été effectué afin de permettre une planification plus précise des travaux la prochaine fois qu'ils devront être effectués chez ce même client. Toute condition particulière ou imprévue doit donc être signalée et consignée.



6 Procédure générale de nettoyage au jet d'eau sous HP et responsabilités

L'intervention type d'une équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP comporte cinq grandes étapes (CSMOE, 2001a, b; Imbeau, Montpetit et Bergeron, 2001) :

- la préparation avant de se rendre à l'entreprise du client;
- l'accueil chez le client et préparation du chantier ou de la zone de travail;
- l'exécution des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP;
- la fermeture du chantier ou libération de la zone de travail;
- le retour à l'entreprise de nettoyage.

À chaque étape de la journée de travail correspond un certain nombre de sous-étapes dont la responsabilité incombe au personnel tant de l'entreprise de nettoyage qu'à celui de l'entreprise du client. Chaque sous-étape suppose le traitement de données variées et la mise en application de procédures de travail précises.



6.1 Préparation avant le départ pour l'entreprise du client

Cette étape consiste à s'assurer que tout le matériel et toutes les données nécessaires à une intervention sécuritaire et productive sont vérifiés par le chauffeur-opérateur, responsable de l'intervention, avant le départ de son équipe pour l'entreprise du client. Plusieurs des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs peuvent être atténués dès cette étape (voir la section 4). Elle comprend quatre sous-étapes.



6.1.1 Prendre connaissance des directives et s'assurer que toutes les données nécessaires sont disponibles

Obtenir la fiche de travail ou le bon de travail du répartiteur ayant planifié les travaux ou du superviseur des travaux à effectuer. Un exemple de fiche de travail pour le nettoyage au jet d'eau sous HP est présenté à l'annexe VI. Ce document doit fournir toutes les données nécessaires à l'exécution du travail, dont :

- la date des travaux;
- les noms et matricules des membres de l'équipe et leur rôle (chauffeur-opérateur, aide);
- une liste des autres membres du personnel devant participer à l'opération : superviseur; surveillant additionnel; responsable de l'application de mesures ou de l'obtention de permis particuliers (ex. : air respirable, secourisme, etc.). Le nom de chaque personne et le numéro où la joindre doivent être fournis;
- l'emplacement des travaux (adresse de l'entreprise cliente et emplacement précis des travaux devant être effectués chez le client);
- les nom et numéro de la personne à contacter chez le client;
- les numéros et les noms des personnes à contacter en cas d'urgence;
- la description de la nature des travaux à exécuter;
- les qualifications et le niveau de formation requis pour exécuter ces travaux;
- une estimation de la durée totale des travaux et de la durée des différentes étapes : la préparation du matériel et les vérifications avant le départ; l'aller chez le client; la préparation des travaux chez le client; l'exécution des travaux de nettoyage; le rangement des équipements et la libération du site; le retour;
- les équipements nécessaires : cette section doit décrire de façon exhaustive tous les équipements nécessaires pour le travail de nettoyage (camion/générateur HP; type d'accessoires de projection du jet d'eau sous HP; type et diamètre des boyaux HP; longueur et nombre de sections de boyaux HP; type et numéro des buses, pression et débit d'eau nécessaires pour effectuer le travail; disques de rupture; joints toriques (*o'rings*); réchauffeur; commande à pédale; etc.).

- Pour le travail au pistolet, il faut préciser la longueur du canon et le nombre d'ensembles de pistolets requis. Pour le travail au furet ou à la lance, il faut préciser le diamètre des conduites ou des canalisations à nettoyer, le type de tête de nettoyage (buse simple ou buses multiples), le type de buses, la longueur de la section du tube rigide antiretournement pour le nettoyage au furet (atténuation de l'effet boomerang), la longueur et le diamètre des lances, le nombre de commandes à pédale, et le type de dispositif de fixation mécanique du furet sur l'ouverture des conduites à nettoyer. La liste des équipements devrait être présentée sous forme de liste de vérification (liste d'éléments à cocher (*checklist*)) afin de s'assurer que rien n'est oublié.

- L'alimentation en eau : type, longueur des boyaux nécessaire, et nombre de dispositifs de filtration additionnels requis.

- La description et les caractéristiques du lieu de travail (ou poste de travail) :

  - description de l'équipement à nettoyer (ex. : four, atelier de peinture);

  - caractéristiques particulières pouvant être source de dangers, s'il y a lieu :

    - ☑ espace restreint,
    - ☑ surface de support glissante, en pente, avec obstacles au plancher, etc.,
    - ☑ risques électriques,
    - ☑ configuration de l'accès à la zone de travail (dimension et forme de l'ouverture, obstacles à l'entrée, ouverture en hauteur, ouverture par le côté, par le dessus, par le dessous, etc.),
    - ☑ conditions d'éclairage,
    - ☑ conditions de ventilation et de température,
    - ☑ espace clos (voir le document *Le travail en espace clos* pour les renseignements devant figurer dans la fiche de travail),
    - ☑ travail en hauteur,
    - ☑ risques liés à la libération d'énergie (cadenassage),
    - ☑ écrans de protection requis pour des postes de travail adjacents,
    - ☑ autres caractéristiques : éclaboussures, substances chaudes, etc.

  La description de ces caractéristiques doit aussi inclure celle des équipements nécessaires pour composer avec chacune. La description doit aussi préciser si les équipements nécessaires doivent être emportés ou s'ils sont disponibles sur place chez le client (ex. : échelle, madriers, échafaudages, type et nombre de ventilateurs, appareil de mesure de l'indice WBGT, harnais, treuil, protection antichute, éclairage d'appoint, etc.).

- Permis et mesures nécessaires pour exécuter les travaux (ex. : procédure de cadenassage, méthode de travail en espace clos, mesures de gaz).

- Substances présentes dans les endroits à nettoyer ou pouvant se trouver sur les lieux de travail.

- Toutes les fiches signalétiques doivent être fournies.

- Description des risques particuliers que présentent les produits à nettoyer (ex. : mélanges nocifs ou réactifs).

- Description des principales étapes du travail à effectuer.

- Organisation des périodes de travail et de pauses durant les travaux et répartition du travail entre les membres de l'équipe afin de minimiser la fatigue et les risques qui y sont liés.

- Équipements de protection nécessaires pour le travail :

  - équipements habituels : bottes, imperméables, visières, casques, gants, protecteurs auditifs, etc.;

- équipements de protection individuelle spécialisés (ex. : appareil de protection respiratoire autonome ou à adduction d'air, vêtements de protection spéciaux contre des produits chimiques agressifs, protection du coup de pied pour le travail avec pistolet à canon court, harnais de sécurité, treuil, corde de rappel). Les EPI spécialisés devraient être inscrits sur la fiche de travail selon le type de risques (ex. : travail en espace clos);

- protection additionnelle à installer sur les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP (ex. : déflecteur sur canon de pistolet, dispositif coulissant de protection pour les mains sur boyau d'alimentation du furet ou de la lance);

- équipements de test et de mesure requis (ex. : détecteur multigaz);

- douche oculaire portative;

- moyens de communication à utiliser (ex. : radio, signes);

- matériel nécessaire pour baliser et sécuriser les lieux de travail (ex. : cônes, ruban coloré, tréteaux, affiches).

- Vérifications périodiques des équipements et fréquence de ces vérifications au cours de la journée de travail.

- Consignes de travail particulières :

  - consignes et procédures précises à suivre chez le client (ex. : consignes de santé et de sécurité du travail du client);

  - autres consignes (ex. : à quel endroit laver le camion).

- Schéma ou croquis des installations accompagné de photos de l'endroit où se dérouleront les travaux :

  - Le schéma devrait indiquer le nombre de douches oculaires, de toilettes, de douches, de lavabos et de vestiaires et leur emplacement. En ce qui a trait aux douches oculaires permanentes se trouvant chez le client (douches non portatives), la fiche de travail doit indiquer clairement qu'elles ont été vérifiées et adéquatement purgées durant le dernier mois (salubrité de l'eau alimentant la douche).

  - Le schéma doit également indiquer l'emplacement des postes de secours et les moyens de liaison en cas d'urgence.

Responsabilités du représentant, du répartiteur et du superviseur

Tous les documents remis au chauffeur-opérateur doivent être signés par la personne les ayant rédigés (ex. : répartiteur, superviseur, contact chez le client). Il va sans dire que le chauffeur-opérateur et son aide doivent, au besoin, préciser avec le contremaître, le répartiteur ou des opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP ayant déjà exécuté ces travaux certaines directives particulières (voir la section 5.2).

Le représentant, le répartiteur et le superviseur partagent des responsabilités importantes à cette étape. Ils doivent donc s'assurer :

- que toutes les données pertinentes et nécessaires à l'exécution sécuritaire et productive du travail par l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP ont été obtenues de l'entreprise cliente;

- que l'intervention chez le client est planifiée en détail;

- que les membres de l'équipe qui se rend chez le client ont reçu la formation et ont acquis les compétences nécessaires pour effectuer les travaux prévus;

- que tous les équipements et le matériel nécessaires à une intervention productive et sécuritaire chez le client sont en état de fonctionner et facilement accessibles à l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP;

- que l'organisation du travail de l'ensemble de l'intervention, dans le temps (sections 6.1 à 6.5), est propice à l'exécution sécuritaire du travail;

- que toutes les données résultant de cette planification sont mises sous une forme facilement utilisable par les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP;

- que les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP ont pris connaissance de l'ensemble des données avant de quitter l'entreprise de nettoyage pour se rendre chez le client.

De leur côté, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent s'assurer d'avoir pris connaissance de toutes les données et de suivre la planification de l'intervention faite par le représentant, le répartiteur ou le contremaître.



6.1.2 Faire la vérification du véhicule avant le départ et remplir les rapports d'inspection

Les éléments à vérifier sur le véhicule avant le départ sont :

1. le frein de service;
2. le frein de stationnement;
3. la direction;
4. le klaxon;
5. les essuie-glaces (incluant le lave-glace);
6. les rétroviseurs;
7. le matériel de secours;
8. l'éclairage et la signalisation;
9. les pneus;
10. les roues;
11. la suspension;
12. le cadre de châssis;
13. le dispositif d'attelage;
14. les appareils d'arrimage.

Le guide publié conjointement par la Société de l'assurance automobile du Québec et l'Association sectorielle paritaire – Transport et entreposage (2001), *Vérification avant départ*, devrait être consulté pour plus de détails sur chacun des éléments de la ronde de sécurité.

En plus de la ronde de sécurité, des vérifications propres aux équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP telles que les niveaux d'huile du générateur HP doivent être faites (voir la section 3.1, pour les principales vérifications). La vérification avant le départ du véhicule et des équipements incombe au chauffeur-opérateur. Toute défectuosité ou tout problème présenté par le camion doit être signalé immédiatement au responsable.



6.1.3 S'assurer que tout le matériel et l'équipement nécessaires à l'intervention se trouvent dans le véhicule

6.1.3.1 Matériel utilisé pour le nettoyage au jet d'eau sous HP et documents

Le chauffeur-opérateur doit s'assurer que tout le matériel nécessaire pour effectuer les travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP est en bon état et se trouve dans le véhicule avant de partir. Une liste de vérification annexée à la fiche de travail facilitera grandement cette tâche. Il faut aussi s'assurer que tous les documents requis (permis, fiches signalétiques, procédures de travail particulières, certificats de qualification, etc.) se trouvent aussi dans le camion. Un dossier complet devrait être monté pour chaque intervention. La vérification du matériel et de l'équipement à apporter incombe au chauffeur-opérateur. Toute défectuosité ou tout problème que présente le matériel de nettoyage au jet d'eau sous HP doit être signalé immédiatement au responsable.

6.1.3.2 Équipements de protection individuelle et spécialisés

Chaque membre de l'équipe voit à ce que ses propres équipements de protection individuelle (EPI) soient en bon état. Tout EPI défectueux doit être remplacé.

Le chauffeur-opérateur est chargé de s'assurer que tous les équipements de protection spécialisés et les instruments de mesure nécessaires pour effectuer les travaux se trouvent dans le camion. En outre, une personne qualifiée doit s'assurer que tout équipement de protection spécialisé (ex. : appareil de protection respiratoire) est en bon état, approprié pour les travaux à exécuter chez le client et complet. Par exemple, certaines entreprises de nettoyage ont une remorque qui contient exclusivement les équipements nécessaires au travail en espace clos; une personne qualifiée s'assure que le contenu de la remorque est toujours vérifié et prêt à être utilisé.

On inclut ici aussi les appareils de détection et de mesure des gaz et de la contrainte thermique subie

en ambiance chaude (indice WBGT). Ces appareils doivent être vérifiés périodiquement par du personnel qualifié et étalonnés chaque jour où ils sont utilisés, avant la première utilisation (ASTE/IRSST). La section 4.4.1 du document *Le travail en espace clos* traite plus en détail des appareils de détection des gaz. Toute défectuosité ou tout problème présenté par les équipements de protection spécialisés doit être signalé immédiatement au responsable.



6.2 Accueil chez le client et préparation du chantier

En arrivant chez le client, il faut s'inscrire au poste de garde, puis obtenir l'accès au site des travaux (ex. : présenter ou obtenir une carte attestant que les membres de l'équipe ont suivi la formation en santé et en sécurité du travail exigée par l'entreprise du client). Il faut ensuite entrer en communication avec la personne responsable des travaux ou l'un de ses représentants qui guidera l'équipe vers le site des travaux après avoir effectué un certain nombre de vérifications, dont :

☑ les certificats de qualification des membres de l'équipe (ex. : formation sur le TMD, le SIMDUT, l'utilisation d'un respirateur autonome, etc.);

☑ l'état général du véhicule et des équipements requis pour exécuter le travail.

Une personne autre que le responsable ou son représentant (ex. : un contremaître de l'entreprise du client) pourra prendre l'équipe en charge. Il est important de souligner que la prise en charge de l'équipe par un représentant du client est importante à moins que ses membres connaissent très bien le travail à exécuter parce qu'ils l'ont fait à quelques reprises auparavant et qu'aucun élément nouveau depuis la dernière intervention n'est venu modifier le travail et ses conditions d'exécution. Le représentant du client fournira à l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP une autorisation de travail libérant l'accès aux équipements à nettoyer (ex. : réservoir, convoyeur) pour que les travaux puissent commencer.

Une fois arrivée au site des travaux, l'équipe doit préparer ces travaux (voir les sections 4 et 5 pour les détails), ce qui comporte les grandes étapes suivantes :

1. S'assurer que les données transmises avant le départ de l'entreprise de nettoyage (fiche de travail ou bon de travail) correspondent bien à la situation de travail, c'est-à-dire que les éléments suivants y figurent :

   - les travaux à exécuter et les différentes étapes à suivre pour les mener à bien;
   - les caractéristiques particulières du lieu de travail;
   - la nature des produits à nettoyer;
   - l'adéquation des EPI avec les produits à nettoyer ou les caractéristiques particulières du lieu de travail (ex. : espace clos);
   - le nombre de personnes requis pour effectuer les travaux en toute sécurité (aides, surveillants, superviseurs, etc.);
   - la conformité et l'adéquation des équipements ou des structures mises à la disposition de l'équipe par le client (ex. : qualité de l'eau d'alimentation, échafaudages);
   - les numéros et les noms des personnes à contacter en cas d'urgence toujours exacts et possibilité de les joindre. Les travailleurs qui ont un téléphone cellulaire devraient prendre quelques minutes pour programmer le numéro de la personne à contacter en cas d'urgence;
   - les moyens à utiliser pour délimiter et protéger le périmètre de travail (conformément aux exigences du client).

À cette étape, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent également :

- repérer les installations d'urgence (ex. : douches oculaires) et en vérifier le fonctionnement. Il est possible que certaines de ces installations soient reliées à un système d'alarme. Le cas échéant, informer les responsables de la sécurité avant de procéder aux essais. Il faut aussi repérer les installations sanitaires (toilettes, lavabos,

douches) et les aires de repos (contrainte thermique subie en ambiance chaude ou froide);

- prendre connaissance des mesures de sécurité particulières à l'entreprise du client;

- établir les moyens de communication les plus appropriés entre les membres de l'équipe;

- repérer tous les risques non prévus sur la fiche de travail et établir les mesures d'atténuation appropriées;

- déterminer les vérifications et les tests devant être effectués à intervalles réguliers durant le travail (ex. : mesures de la concentration d'oxygène ou des limites d'explosivité, température dans la zone de travail).

Ces renseignements devraient idéalement être revus avec le personnel de supervision de l'entreprise du client afin que les deux parties aient exactement les mêmes données en main avant le début de l'intervention.

Toute différence doit être consignée immédiatement dans un espace prévu à cette fin sur la fiche de travail et être signalée au répartiteur ou au contremaître de l'entreprise de nettoyage afin que des mesures appropriées puissent être adoptées immédiatement, le cas échéant. De plus, cette nouvelle information sera consignée dans le SII (section 5.2) de l'entreprise de nettoyage afin d'être prise en compte lors de la prochaine intervention chez ce même client.

2. Stationner le camion sur les lieux du travail et mettre à la terre tous les équipements, le cas échéant.

3. Délimiter et sécuriser les lieux de travail puis installer la signalisation requise (ex. : affiches signalant le danger), conformément aux exigences de l'entreprise du client et aux normes de santé et de sécurité du travail (section 5.3). Il faut en outre faire interrompre les autres travaux effectués en même temps ou interdire la coactivité sur les lieux du travail au jet d'eau sous HP.

4. Prendre les mesures requises en fonction des caractéristiques particulières du lieu de travail :

☑ cadenasser les équipements au besoin;

☑ éteindre ou protéger les équipements électriques. Si nécessaire, les équipements doivent être mis à la terre selon les exigences suivantes (voir la norme CAN/CSA-B621-98, article 7.1 h) :

- les pinces des câbles de mise à la terre ou à la masse sont munies de dents acérées capables de pénétrer les revêtements extérieurs des surfaces auxquelles elles sont attachées, pour assurer un contact métal sur métal,

- les câbles servant à établir les liaisons électriques sont en bon état,

- le camion et les accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP sont mis à la terre par une borne reconnue,

- une vérification est effectuée pour confirmer l'intégrité de toutes les liaisons. La continuité du circuit doit être vérifiée à l'aide d'un ohmmètre,

- les équipements doivent être installés de façon à faciliter le travail et les déplacements durant le travail;

☑ installer les équipements requis pour accéder à la zone de travail (madrier, échafaudages, échelles, etc.);

☑ installer les équipements d'urgence (ex. : treuil pour le travail en espace clos, cordes de rappel);

☑ installer les écrans de protection requis (ouvertures dans les canalisations, protection de postes de travail adjacents);

☑ dégager l'espace de travail (ex. : plancher) de tout objet non essentiel à l'exécution des travaux;

☑ faire les tests utiles (atmosphère, gaz inflammables, explosivité, température) et, s'il y a lieu, signer le permis de travail en espace clos;

- ☑ installer les équipements de ventilation et d'éclairage d'appoint requis.

5. Installer les équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP et faire les vérifications d'usage :

   - ☑ Filtre de la pompe propre et en bon état ?
   - ☑ Manomètre en bon état ?
   - ☑ Bon fonctionnement de tous les organes de commande du générateur HP ?
   - ☑ Boyaux dépourvus de craquelures, fissures, blessures, décollements, arrachement du revêtement avec lésion ou mise à nu de l'armature ?
   - ☑ Boyaux dépourvus de zones ramollies par une attaque chimique ?
   - ☑ Boyaux non soumis à des torsions ?
   - ☑ Absence de début de rupture des boyaux près des raccords ?
   - ☑ Cheminement des boyaux aussi droit et court que possible ?
   - ☑ Boyaux correctement protégés aux voies de passage et à proximité de sources de chaleur ?
   - ☑ Raccords et accessoires de projection d'un jet d'eau sous HP ayant tous la bonne pression maximale admissible ?
   - ☑ Filetages et joints d'étanchéité des raccords en bon état et bien lubrifiés ?
   - ☑ Sangles de retenue appropriées (pour le nettoyage au jet d'eau sous HP) et bien en place à chaque raccord des boyaux ?
   - ☑ Toutes les composantes électriques en bon état ?
   - ☑ Mise à la terre faite de la façon appropriée ?
   - ☑ Accessoires de projection du jet d'eau sous HP en bon état ?
   - ☑ Absence d'empreintes de choc, d'usure ou de rouille sur les buses, près des orifices ?
   - ☑ Orifices des buses dégagés ?
   - ☑ Filetages des buses en bon état ?
   - ☑ Bon fonctionnement de toutes les commandes (système de décharge) ?
   - ☑ Pédale et rallonge en bon état (nettoyage au furet) ?
   - ☑ Approvisionnement suffisant en eau ?
   - ☑ Précautions prises contre le gel ? (Voir la section 4.1.8.3 pour les mesures préventives appropriées.)
   - ☑ Équipements installés de façon à faciliter le travail et les déplacements durant le travail ?
   - ☑ Disques de rupture vérifiés et convenant à la pression à laquelle s'effectueront les travaux ?

6. Ouvrir l'alimentation en eau, activer le générateur HP et le laisser se réchauffer quelques minutes.

   Bien purger la source d'alimentation de ses particules avant de la connecter à la pompe au moyen d'un boyau (ex. : boyau à incendie) et au générateur HP surtout si la source d'alimentation n'a pas été utilisée depuis un certain temps.

   Avant de connecter l'alimentation d'eau – le plus souvent une borne fontaine – (au moyen d'un boyau au générateur HP ou à la pompe), il est important de laisser s'en écouler de l'eau jusqu'à ce qu'elle soit claire et dépourvue de particules afin de s'assurer qu'aucune particule (rouille, sable, etc.) n'entrera dans le système HP (dommages aux équipements et risques de blessures), d'où le mot « purger » .

7. S'entendre sur la façon de communiquer durant les travaux (radio ou signes). Les signes décrits à la section 5.1 peuvent être utilisés.

   Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent convenir d'un régime

d'alternance travail-repos qui minimise la fatigue ou les risques liés au froid dans l'éventualité où celui qui est proposé sur la fiche de travail ne convient pas d'après les résultats des mesures de l'ambiance thermique faites avant l'installation des équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP.

Revêtir les EPI nécessaires pour effectuer le travail.

8. Mettre le générateur HP en marche, puis purger à basse pression le système de nettoyage au jet d'eau sous HP de son air et de toute particule pouvant obstruer les buses.

9. Faire une vérification visuelle pour déceler toute fuite dans le système de nettoyage au jet d'eau sous HP. (Il faut stopper les appareils immédiatement s'il y a une fuite, puis effectuer les réparations appropriées.)

10. Dépressuriser le système de nettoyage au jet d'eau sous HP, puis installer les buses pour le début des travaux.

    Dans le cas du travail au furet, tester le fonctionnement des buses à basse pression pour vérifier si aucun orifice n'est bouché.

    Monter graduellement la pression afin de déceler les fuites du côté HP du système. (Il faut stopper immédiatement les appareils s'il y a une fuite et effectuer les réparations appropriées.)

11. Vérifier que la commande de l'accessoire de projection d'un jet d'eau sous HP fonctionne normalement (ex. : détente du pistolet ou pédale pour le furet) et qu'elle ne puisse pas être bloquée en position de marche.

12. Une fois la pression montée à la valeur voulue, l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP qui utilise le pistolet doit communiquer avec son coéquipier pour lui signaler le début des travaux. Il ne faut pas augmenter la pression au delà de la capacité des équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP.

Il est important de souligner que le contremaître de l'entreprise de nettoyage est chargé de s'assurer que toutes les installations faites par son équipe ainsi que celles mises à la disposition de son équipe par le client sont conformes à la fois aux normes de l'entreprise du client et à celles de l'entreprise de nettoyage. Il a l'obligation de faire corriger toute situation non conforme ou qui pourrait mettre en danger la santé et la sécurité des travailleurs de son équipe ou de toute autre personne. Aussi, il est responsable des échanges entre le personnel de supervision de l'entreprise du client et son équipe et c'est lui qui voit à la bonne marche des travaux.

Le répartiteur est chargé de toujours s'assurer que l'intervention se fera dans les meilleures conditions de sécurité et de productivité possible, dans l'éventualité où un changement par rapport à la planification originale est apporté. Dans de telles circonstances, le contremaître et le répartiteur doivent partager toute nouvelle information et coordonner leurs actions.

Les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent se charger de préparer leur intervention adéquatement et se conformer aux procédures de travail établies et aux règles des deux entreprises en matière de santé et de sécurité.



6.3 Exécution des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP

En principe, si les deux étapes précédentes ont été soigneusement planifiées et exécutées, les travaux devraient se dérouler de façon sécuritaire et productive. Néanmoins, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent être attentifs à toute condition ou circonstance anormale. Dès qu'une situation pouvant affecter la santé ou la sécurité des travailleurs est décelée ou qu'un incident survient, les travaux doivent être interrompus immédiatement (voir la section 5.1) jusqu'à ce que la situation redevienne propice à l'exécution du travail.

Selon les caractéristiques des lieux de travail, certaines vérifications doivent être faites à intervalles réguliers durant l'exécution des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP (ex. : vérification de l'atmosphère). Les vérifications à faire et leur fréquence devraient être indiquées sur la fiche de travail. En ce qui a trait aux équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP, on recommande que

les filtres soient inspectés visuellement toutes les deux heures. On recommande également de vérifier les niveaux d’huile toutes les cinq à six heures (ex. : pompe, moteur stationnaire). La section 3.1 décrit les principales vérifications à faire.

Les membres de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP doivent utiliser les équipements avec soin et ne pas les soumettre à des conditions pour lesquelles ils ne sont pas conçus. Il peut arriver que les paramètres établis au départ sur la fiche de travail (ex. : pression, débit, type de buse) ne permettent pas d’effectuer les travaux le plus efficacement possible. Dans cette situation, les membres de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP peuvent modifier ces paramètres et changer les équipements (ex. : buses) afin de trouver la combinaison qui, tout en étant la plus sécuritaire, assure une productivité satisfaisante. Ces modifications doivent être faites en respectant toutes les consignes de sécurité (voir les sections 5.4, 5.5 et 5.6). Elles doivent également être consignées par écrit dès la fin des travaux pour permettre la mise à jour du SII de l’entreprise de nettoyage afin qu’on puisse s’en inspirer pour rédiger une fiche de travail plus précise pour la prochaine intervention sur ces mêmes lieux.

Le superviseur doit s’assurer que les travaux se déroulent normalement et selon les exigences de qualité du client.



Fermeture du chantier ou libération de la zone de travail

La fermeture du chantier comporte les étapes suivantes :

1. arrêter le générateur HP et éliminer toute pression résiduelle dans le système de nettoyage au jet d’eau sous HP;

2. vérifier auprès du personnel de supervision de l’entreprise du client si les travaux exécutés satisfont aux exigences;

3. nettoyer et ranger dans le camion tout l’équipement et le matériel utilisés pour exécuter les travaux (voir la section 4.1.8.3 pour les mesures préventives, s’il y a un risque de gel); rincer les EPI (ex. : lavage interne des casques pour éviter les brûlures dues au caustique); remettre le lieu de travail en état (ex. : nettoyer le plancher et ramasser les objets se trouvant sur le sol, retirer toutes les protections installées pour effectuer les travaux de nettoyage);

4. décadenasser les équipements;

5. obtenir des signatures des responsables de l’entreprise cliente sur les documents pertinents (libération de la zone de travail); consigner par écrit dans un espace réservé à cette fin sur la fiche de travail toute nouvelle information sur le travail et ses conditions d’exécution ainsi que toute défectuosité du matériel utilisé pour effectuer les travaux : tout ce qui s’est produit et qui n’était pas prévu au départ doit être consigné (il en est de même pour tout ce qui était prévu et qu’il n’a pas été nécessaire de faire);

6. quitter l’entreprise du client en laissant au poste de garde les documents pertinents (ex. : permis de travail).

Le superviseur doit s’assurer que les travaux répondent aux exigences du client et que la libération des lieux par l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP se fait adéquatement. Dans un but d’amélioration continue, le contremaître de l’entreprise de nettoyage devrait obtenir une évaluation détaillée de la qualité des travaux effectués par son équipe. En particulier, il devrait demander au client d’évaluer le travail de l’équipe de nettoyage au jet d’eau sous HP en ce qui a trait aux aspects de santé et de sécurité du travail. Une telle évaluation constitue un mécanisme de rétroaction important pour l’amélioration de la prestation des services de nettoyage industriel, tant en matière de qualité que de sécurité du travail.

L’entreprise de nettoyage devrait ainsi concevoir un document expressément pour ce type d’évaluation. Soulignons que la liste des éléments à évaluer doit être complète, c’est-à-dire qu’elle doit aborder tous les aspects de la prestation de services entre les deux entreprises.

Le contrat qui lie les deux entreprises ne peut pas servir de base à l’évaluation de la qualité des services rendus, puisque dans la majorité des cas, il est essentiellement fondé sur l’aspect des coûts.

De son côté, le chauffeur-opérateur se doit de libérer les lieux dans les règles, tout en prenant grand soin des équipements et du matériel en les rangeant dans le véhicule. Le chauffeur-opérateur doit s'assurer qu'il est en état de conduire son véhicule en toute sécurité et de le ramener, ainsi que son aide, à l'entreprise de nettoyage. Lorsque les heures de travail ont été longues, le répartiteur doit être informé par le chauffeur-opérateur s'il y a un risque de fatigue excessive durant le retour afin que des mesures préventives appropriées puissent être prises, le cas échéant.

Dans tous les cas, les dispositions prévues par le *Règlement sur les heures de conduite et de travail et sur le dossier du conducteur de véhicules lourds* (communément appelé « loi 430 » par les gens du milieu) doivent être respectées (gouvernement du Québec, 1989 et 1999).



6.5 Retour à l'entreprise de nettoyage

Au retour à l'entreprise de nettoyage, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP de même que le superviseur assument la responsabilité de communiquer toute nouvelle information, tout incident ou toute autre situation ayant agi ou pouvant agir sur la sécurité des travailleurs et la productivité du travail effectué chez le client. Cette nouvelle information sera analysée, puis consignée par le répartiteur dans le SII pour être utilisée la prochaine fois.

Le chauffeur-opérateur est également chargé de communiquer en détail tout problème, tout défaut des équipements ou du matériel utilisés ou toute modification y ayant été apportée de façon que le personnel responsable de l'entretien puisse faire les réparations nécessaires ou remplacer les pièces défectueuses (ex. : boyaux endommagés). Il doit aussi signaler les pièces usées pour que le personnel puisse les inspecter et les remplacer et faire les ajustements appropriés sur les équipements dont elles proviennent (ensemble de pistolets usés). Ces responsabilités incluent, d'une part, de retirer (ou de faire retirer) du camion les équipements défectueux ou nécessitant un entretien et, d'autre part, de laisser des indications claires dans le camion quant aux équipements qui en ont été retirés.

Finalement, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent voir à faire nettoyer et remettre en état tous les EPI susceptibles d'être réutilisés de même que tous les autres équipements spécialisés.

7 Premiers secours et premiers soins

Les opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP sont exposés à des risques nombreux dont les conséquences peuvent être très graves. Il faut donc intervenir rapidement et efficacement en cas d'accident. Le coéquipier est vraisemblablement celui qui aura connaissance le premier d'un incident ou d'un accident. Par conséquent, les membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP doivent posséder les connaissances nécessaires et un entraînement suffisant en matière de secourisme pour bien réagir dans une telle situation.

Le *Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins* stipule que tout employeur dans un établissement et tout maître d'œuvre sur un chantier doivent assurer la présence, en tout temps, durant les heures de travail, d'un nombre minimal de secouristes qualifiés. Cela suppose qu'ils ont reçu une formation sur le secourisme en milieu de travail et que cette formation est renouvelée tous les trois ans comme le prévoit le règlement.

De plus, compte tenu de la mobilité des opérateurs en nettoyage industriel et de la nature des risques du travail au jet d'eau sous haute pression, chaque véhicule devrait comporter une trousse de premiers soins. Des consignes écrites devraient également être fournies aux membres de l'équipe de nettoyage au jet d'eau sous HP. Ces consignes devraient préciser, en fonction du lieu de travail, le nom des personnes ou organismes de secours à appeler et leur numéro de téléphone (pompiers, médecins, entreprise). Si l'équipe est appelée à intervenir dans des lieux inhabituels, les coordonnées du poste de secours le plus proche devraient lui être communiquées.

Lorsqu'une blessure est causée par un jet d'eau sous HP, des quantités plus ou moins importantes d'eau, pouvant être contaminées, peuvent avoir pénétré la peau, la chair et des organes par un très petit trou qui peut même ne pas saigner. En apparence insignifiante, les blessures par perforation au jet d'eau sous HP produisent le même effet que des blessures par balle. Elles peuvent donc causer des lésions importantes sous la peau et aux tissus plus profonds. En cas de blessure par un jet d'eau sous HP, il faut immédiatement diriger le travailleur vers une urgence médicale, même si la blessure ou le traumatisme semble superficiel. Il est possible qu'une intervention chirurgicale soit nécessaire pour éviter la destruction rapide des tissus, le développement d'infections fulgurantes ou la gangrène.

Étant donné la **gravité** des blessures associées au jet d'eau sous HP, le médecin consulté doit être informé de la nature et des risques associés au travail au jet d'eau sous HP. À cet effet, le sous-comité « premiers secours et premiers soins » du Comité paritaire de l'environnement travaille actuellement à l'élaboration d'une carte médicale que chaque opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP pourrait présenter au personnel médical des urgences en cas d'incident ou d'accident causé par un jet d'eau sous haute pression.

Le sous-comité proposera également une formation en secourisme adaptée aux besoins du secteur et aux blessures les plus courantes subies par les opérateurs en nettoyage industriel dans l'exercice de leur travail. (Voir la section 4.2.4.2.)

Bibliographie

- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*, Cincinnati, OH, ACGIH, 2001.

- AHWJC. *Code of Practice for the Use of High-Pressure Water Jetting Equipment*, Londres, Association of High-Pressure Water Jetting Contractors, 28 Eccleston Street, SW1W 9PY, 1984.

- ANSI. « Emergency Eyewash and Shower Equipment » (Z358.1-1998), New York, American National Standard Institute, 1988.

- APSAM. *Les risques biologiques reliés aux eaux usées* – Fiche technique nº 19. Montréal, Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « Affaires municipales », 1999.

- ASSOCIATION SECTORIELLE PARITAIRE – TRANSPORT ET ENTREPOSAGE (ASTE) et INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). *Les détecteurs multigaz – Une utilisation pas si simple que ça, ne sautez pas d'étapes ! : précision et limite de l'instrument*. Montréal, ASTE et IRSST, 2001.

- ASTM. *Standard Practice for Pressure Water Cleaning and Cutting*, E 1575 – 98, PA, American Society for Testing and Materials, 1998.

- ASTRAND, P.-O., et K. RODAHL, *Textbook of Work Physiology – Physiological Bases of Exercise*, 3e édition, New York, McGraw-Hill, 1986.

- BROUHA, L. *Physiology in Industry – Evaluation of Industrial Stresses by the Physiological Reactions of the Worker*, 2e édition, Oxford, Pergamon Press, 1967.

- COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'ŒUVRE DE L'ENVIRONNEMENT. *Résultats d'une étude diagnostique sur le processus d'affaires et d'exécution du travail lié à l'achat et à la vente de services en gestion des matières dangereuses résiduelles*, Montréal, CSMOE, 2001a, 101 pages.

- COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'ŒUVRE DE L'ENVIRONNEMENT. *Résultats d'une étude diagnostique sur la main-d'œuvre et les entreprises du sous-secteur des matières dangereuses résiduelles*, Montréal, CSMOE, 2001b, 295 pages.

- CONSTRUCTION SAFETY ASSOCIATION OF ONTARIO. *High-Pressure Water Blasting*, Toronto, 1980, 13 pages.

- CSA. « Choix, entretien et utilisation des respirateurs » (Z94.4-93), Association canadienne de normalisation (CSA-ACNOR), 1993.

- CSA. « Sélection et utilisation des citernes routières, des citernes amovibles, des citernes de wagon-citerne à éléments multiples et des conteneurs pour le transport des marchandises dangereuses des classes 3, 4, 5, 6.1, 8, et 9 », (B621-98), approuvée en mars 2000, Association canadienne de normalisation (CSA-ACNOR), 2000.

- CSST. *Contrainte thermique : le froid – Guide*. Montréal, Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, 1996.

- ELECTRICAL UTILITIES SAFETY ASSOCIATION OF ONTARIO INC. *Insulator Washing/Cleaning – Practice Guide 1/83* (BPL 3M 2-83), Ontario, Canada, 1983.

- ENTRETIEN INDUSTRIEL ROVAN LTÉE. « Procédures de travail – Procédures de nettoyage à haute pression », dans *Manuel de procédures*, section 2, révision 01, Melocheville, Entretien Industriel Rovan ltée, 2001.

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur les heures de conduite et de travail et sur le dossier du conducteur de véhicules*, Décret 389-89, modifié par le D. 621-99, Société de l'assurance automobile du Québec, gouvernement du Québec, 1989.

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement modifiant le Règlement sur les heures de conduite et de travail, Gazette officielle du Québec*, 16 juin, 1999, 131e année, n° 24, p. 2391-2394.

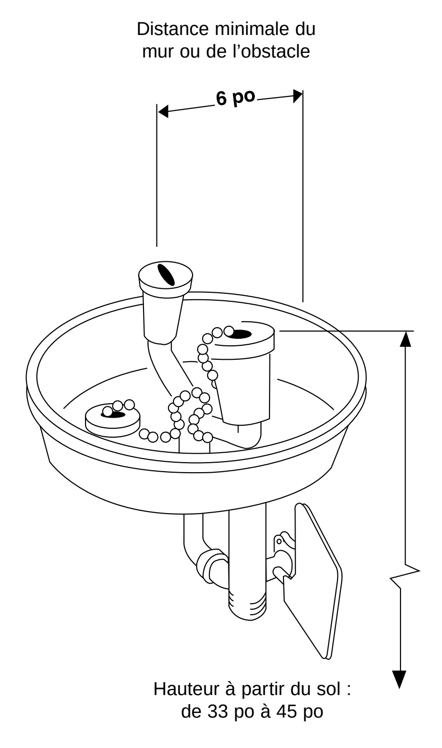
- HOLMÉR, I. « Cold Stress: Part I – Guidelines for the Practitioner », dans Mital, Kilbom et Kumar (dir), *Ergonomics Guidelines and Problem Solving* (p. 347-356), Amsterdam, Elsevier, 2000.
- IMBEAU, D., Y. MONTPETIT, et S. BERGERON. *Description des risques à la santé et à la sécurité du travail de nettoyage avec jets d'eau sous haute et très haute pression*, Rapport R-285, Montréal, IRSST, 2001, 71 pages.
- LARA, J., et M. VENNES. *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec*, Montréal, IRSST, 1998.
- MALCHAIRE, J., B. KAMPMANN, P. MEHNERT, H. GEBHARDT, A. PIETTE, G. HAVENITH, E. DENHARTOG, I. HOLMÉR, K. PARSONS, G. ALFANO, et B. GRIEFAHN. « Évaluation du risque de contrainte thermique lors du travail en ambiances chaudes », dans M*édecine du travail et ergonomie*, 28 (3), 2001, p. 101-111.
- MITAL, A., R.R. BISHU, et S.G. MANJUNATH. « Review and Evaluation of Techniques for Determining Fatigue Allowances », dans *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 1991, p.165-178.
- MITAL, A., A.S. NICHOLSON, et M.M. AYOUB. *A Guide to Manual Materials Handling*, 2e édition, Londres, Taylors and Francis, 1997.
- ONYX INDUSTRIES INC. *Procédures de travail*, Tracy, Onyx Industries inc., 2001
- PUTZ-ANDERSON, V. *Cumulative Trauma Disorders: A Manual for Musculoskeletal Diseases of the Upper Limbs*, Londres, Taylor and Francis, 1988.
- RAMSEY, J.D., T. E. BERNARD, et F.N. DUKES-DOBOS. « Evaluation and Control of Hot Working Environments: Part I – Guidelines for the Practitioner », dans Mital, Kilbom et Kumar (dir.), *Ergonomics Guidelines and Problem Solving*, Amsterdam, Elsevier, 2000, p. 329-336.
- RENEAU, P.D., et P.A. Bishop. « A Review of the Suggested Wet Bulb Globe Temperature Adjustment for Encapsulating Protective Clothing », dans *American Industrial Hygiene Association Journal*, no 57, 1996, p. 58-61.
- SCHERRER, J., et coll. *Précis de physiologie du travail, notion d'ergonomie*, Masson, 1981.
- SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC. *Code de la sécurité routière*, L.R.Q., c. C-24.2.
- SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC et ASSOCIATION SECTORIELLE – TRANSPORT ET ENTREPOSAGE. *Vérification avant départ – Guide*, Québec, SAQ et ASTE, 2001, 84 pages.
- STEADMAN, R.C. « The Assessment of Sultriness » dans *Journal of Applied Meteorology*, 18(7), 1970, p. 861-884.
- TILLEY, A.T. *The Measure of Man and Woman – Human Factors in Design*, New York, Henry Dreyfuss Associates, The Whitney Library of Design, 1993.
- WERLE, R. *Équipements à jets d'eau sous haute et très haute pression*, ED 784, Paris, INRS, 1995, 88 pages.
- WORKERS COMPENSATION BOARD OF BRITISH COLUMBIA. *Occupational Health Safety Regulation (BC regulation 296/97) – General Hazard Requirements (Parts 5-19)*, Colombie-Britannique, 1998 p. 5-16 à 5-18.

Annexes

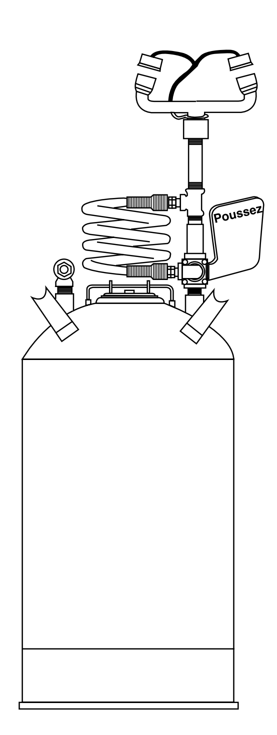
Annexe I

Différents types de douches

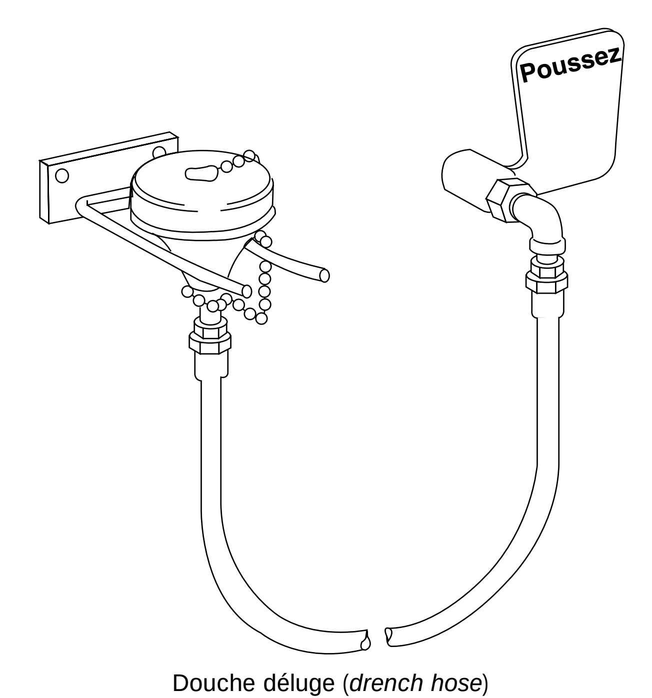
Différents types de douches



Douche oculaire permanente



Douche oculaire portative pressurisée



Douche déluge (*drench hose*)

Source : Norme ANSI Z358.1 – 1998, « Emergency Eyewash and Shower Equipment »

Annexe II

Estimation de la force de recul du pistolet (en lb)

Estimation de la force de recul du pistolet (en lb)

Tableau 4 : Pression (psi) à la sortie du pistolet												
débit (gal/min)	1 000	2 000	3 000	5 000	8 000	10 000	15 000	20 000	25 000	30 000	35 000	40 000
0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,08	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0,1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0,2	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
0,4	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4
0,8	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7	8	8
1	2	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	10
2	3	5	6	7	9	10	13	15	17	18	20	21
4	7	9	11	15	19	21	26	30	33	36	39	42
8	13	19	23	30	37	42	51	59	66	72	78	84
10	17	23	29	37	47	52	64	74	83	90	98	104
15	25	35	43	55	70	78	96	111	124	136	146	157
20	33	47	57	74	93	104	128	148	165	181	195	209
25	41	58	71	92	117	131	160	185	206	226	244	261
30	50	70	86	111	140	157	192	221	248	271	293	313
35	58	82	100	129	163	183	224	258	289	316	342	365
45	74	105	129	166	210	235	288	332	371	407	439	470
50	83	117	143	185	233	261	320	369	413	452	488	522

Note. – La force de recul (en lb) du pistolet est obtenue en utilisant la formule suivante : Force = 0,0522 x débit en gal/min x (pression en psi) 0.5

Exemple : La pression indiquée au générateur HP est de 25 000 psi, le débit est 8 gal/min et les pertes de charge dues à la longueur des boyaux installés sont estimées à 5 000 psi. La pression à la sortie du pistolet est donc autour de 20 000 gal/min (ou encore, avec une buse n° 3.5 Aqua-Dyne – orifice de 0,048 po de diamètre, il faut un débit de 8 gal/min pour obtenir une pression de 20 000 psi). Selon le tableau 4 ci-dessus, pour un débit de 8 gal/min, on obtient une force de recul d'environ 59 lb (27 kg force ou 263 N).

Annexe III

Limites acceptables pour la force de recul du pistolet et pour la charge de travail physique

Limites acceptables pour la force de recul du pistolet et pour la charge de travail physique

Composante statique

La force pouvant être appliquée de façon intermittente en poussée sur un objet fixe en utilisant les deux mains est présentée dans le tableau 5 (Mital, Nicholson et Ayoub, 1997; Tilley, 1993; Putz-Anderson, 1988). Ces forces devraient contribuer à minimiser la fatigue au niveau des membres supérieurs liée au travail musculaire statique. Elles sont applicables pour des périodes de temps relativement courtes (jusqu'à une heure). Les valeurs correspondantes pour les femmes sont obtenues en multipliant les valeurs s'appliquant aux hommes par 67 %. Les valeurs sont données pour un plancher très glissant (coefficient de friction $\mu = 0,3$) et un plancher moyennement glissant (coefficient de friction $\mu = 0,6$).

Ces valeurs devraient pouvoir être maintenues en continu durant environ quatre minutes. Le travailleur ou la travailleuse devrait normalement prendre une pause de récupération ensuite. Ces valeurs correspondent à des périodes de travail d'une heure tout au plus. L'extrapolation à un quart de huit heures est risquée. Il est important de souligner que la documentation ne fournit pas de valeurs de force en poussée qui peuvent s'appliquer directement au travail au jet d'eau sous HP. Les valeurs données ci-dessous sont des équivalences établies à partir de données obtenues dans d'autres contextes de travail : elles fournissent donc des ordres de grandeur. La documentation ne permet donc pas d'établir durant combien d'heures, pendant un quart de travail, ces valeurs de force peuvent être maintenues. De même, la documentation ne permet pas de calculer un régime d'alternance travail-repos approprié en utilisant le métabolisme de travail. Le métabolisme de travail est l'énergie dépensée pour effectuer un travail.

Il faut envisager une étude sur ce terrain pour établir et valider des valeurs propres au travail de nettoyage au jet d'eau sous HP.

Afin de minimiser la fatigue musculaire statique des membres supérieurs, une épaulière devrait être installée sur le pistolet chaque fois que c'est possible. Des dispositifs mécaniques permettant de compenser l'effet de recul du pistolet devraient également être utilisés chaque fois que c'est possible afin de réduire au maximum la fatigue de l'opérateur en nettoyage au jet d'eau sous HP. Une étude permettant de déterminer les meilleurs dispositifs d'appui contre le corps et au sol devrait certainement être envisagée.

Tableau 5 : Force acceptable pour des efforts intermittents en poussée des deux mains (lb)

		% de la population accommodée				
		90	75	50	25	10
Plancher très glissant ($\mu = 0,3$)	Hommes	11	13	15	17	18
	Femmes	7	9	10	11	12
Plancher moyennement glissant ($\mu = 0,3$)	Hommes	16	19	23	26	29
	Femmes	11	13	15	17	20

Annexe IV

Méthode de Brouha

(méthode permettant d’établir si le travail est acceptable)

Méthode de Brouha

(méthode permettant d'établir si le travail est acceptable)

La méthode de Brouha permet de déterminer si le travail effectué est acceptable pour une journée de travail d'une durée de huit heures. Cette méthode offre l'avantage de refléter l'astreinte totale sur le système cardiovasculaire parce qu'elle prend en compte non seulement la charge de travail physique, mais aussi l'effet de la contrainte thermique subie en ambiance chaude.

Le protocole

Pour établir si le travail est acceptable, on demande au travailleur d'interrompre le travail qu'il effectue dans les conditions habituelles et on le fait asseoir sur une chaise le plus rapidement possible à proximité de son poste de travail. On évalue ensuite les indices P_1, P_2 et P_3.

P_1 = (nombre de pulsations cardiaques à partir de la 30e seconde jusqu'à la 60e après l'arrêt du travail ou durant la seconde moitié de la 1re minute) x 2

P_2 = (nombre de pulsations cardiaques à partir de la 90e seconde jusqu'à la 120e après l'arrêt du travail ou durant la seconde moitié de la 2e minute) x 2

P_3 = (nombre de pulsations cardiaques à partir de la 150e seconde jusqu'à la 180e après l'arrêt du travail ou durant la seconde moitié de la 3e minute) x 2

Les pulsations peuvent être prises au poignet, au cou ou au moyen d'un cardiofréquencemètre.

Si P1 ≥ 110 battements par minute, le travail est excessif. Si P1 moins P3 ≤ 10 battements par minute, alors la récupération est anormalement longue et donc le travail n'est pas acceptable. Dans les deux cas, le travail ne peut pas être poursuivi sans interruption pendant huit heures. Si les deux critères sont respectés (soit P1 < 110 et P1-P3 > 10), alors le travail est jugé acceptable. Lorsque le travail est léger, une valeur inférieure à 90 devrait être obtenue en P_1, P_2 ou P_3. Ce dernier type de travail est évidemment acceptable.

L'utilisation de cette méthode requiert donc une pause de trois minutes, ce qui ne nuit pas au déroulement du travail de façon importante. Elle peut donc être utilisée à divers moments de la journée (trois ou quatre fois pendant une journée de huit heures) afin de suivre l'évolution de la durée de la période de récupération (ou de l'accumulation de la fatigue) chez le travailleur. Lorsque le travail est jugé inacceptable, il faut allonger la période de récupération jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment longue. Il ne faut pas oublier que lorsque le travail et les conditions ambiantes sont exigeants sur le plan cardiovasculaire, le fait de raccourcir la durée des périodes de travail et ainsi de prendre des pauses plus fréquentes (et aussi plus courtes) permettra de maintenir le niveau de « stress » physiologique (ou l'astreinte) de l'organisme à un niveau plus bas que si les pauses sont moins fréquentes et plus longues.

RÉFÉRENCE : SCHERRER, J., et coll. *Précis de physiologie du travail, notion d'ergonomie*, Masson, 1981.

Annexe V

Procédure et fiche de cadenassage

Procédure et fiche de cadenassage

A) PROCÉDURE GÉNÉRALE DE CADENASSAGE

Avant les travaux :

Avant de faire entreprendre les travaux de réparation ou d'entretien d'une machine par le personnel autorisé, il faut suivre dans l'ordre les étapes de la procédure de cadenassage qui suit :

1. Déterminer tous les modes d'alimentation en énergie de l'appareillage ou de l'équipement (électrique, hydraulique, pneumatique, mécanique, etc.).

2. Prévenir les utilisateurs que des travaux seront effectués sur les machines.

3. Couper l'alimentation en énergie en suivant les méthodes sécuritaires prescrites selon la nature de l'intervention (mise hors tension au point de coupure, retrait des fusibles, etc.).

Dans le cas de la mise hors tension ou sous tension d'un interrupteur de sécurité, prendre les précautions suivantes :

- S'assurer que l'environnement autour des interrupteurs de sécurité est toujours libre et sec.

- Se placer de côté en utilisant la main opposée au levier du disjoncteur de façon à éloigner le corps du devant du panneau.

- Saisir le mécanisme d'ouverture et de fermeture de l'interrupteur tout en s'assurant de ne pas toucher d'autres objets.

- Tout en regardant dans la direction opposée pendant la manœuvre, mettre le mécanisme en position d'arrêt (*OFF*) pour la mise **hors tension** du circuit et en position de marche (*ON*) pour la mise **sous tension** du circuit.

4. S'assurer que les mécanismes de coupure ont bien fonctionné. Si possible, constater visuellement l'ouverture (ou la fermeture) du dispositif.

5. Apposer son cadenas personnel à chaque source d'alimentation devant être coupée (disjoncteur, clapet, interrupteur, etc.).

6. Remplir une fiche de cadenassage qui sera apposée sur le cadenas.

7. Fermer, vidanger et isoler les conduits d'arrivée de produits dangereux.

8. Évacuer, au besoin, l'énergie résiduelle emmagasinée dans la machine : accumulateur, vapeur, air comprimé, ressort, inertie, pression hydraulique, etc.

9. Vérifier si l'alimentation est bien coupée (ESSAI DE DÉMARRAGE).

Dans le cas des machines et des équipements, ceci peut être fait en actionnant le dispositif de démarrage. Pour les installations électriques, il faut s'assurer, en utilisant un voltmètre, que la tension est nulle. Il faut également prendre garde aux machines alimentées par plus d'une source d'énergie.

Après les travaux :

10. Remonter toutes les pièces d'équipement, sans oublier de remettre les protecteurs en place et de retirer les outils de la machine.

11. Prévenir les utilisateurs que la machine, l'équipement ou l'installation électrique sera réalimenté.

12. S'assurer qu'aucun travailleur ne participant pas à l'essai de la machine ne se trouve dans la zone de travail.

13. Enlever son cadenas; la dernière personne à enlever son cadenas doit s'assurer que personne ne risque d'être victime d'un accident avant la remise en marche de la machine, de l'équipement ou de l'installation électrique.

14. Remettre l'équipement en marche (sous tension).

15. S'assurer que l'équipement est prêt à fonctionner sans danger, sinon recommencer le cadenassage pour apporter les correctifs qui s'imposent.

B) EXEMPLES DE FICHES DE CADENASSAGE

Fiche de l'Association sectorielle paritaire – Fabrication de produits en métal et de produits électriques

Fiche de cadenassage

Tâche ❑ Équipement / machine ❑ Réseau ❑

Département: ______________________ Fiche Nº: ______________

Équipement: ______________________ Équipement Nº: ______________

Description de l'intervention: ______________________

Type d'intervention: *entretien* ❑ *réparation* ❑ *dépannage* ❑ *déblocage* ❑ *set-up / ajustement* ❑

#	Éléments à contrôler	Codification	ouvert	fermé	dispositif	cadenas	remarques
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Remarques: ______________________

Responsable: ______________ date: ______________ révision: ______________

1	2	3	4	5	6	7	8
							Autre ______

Fiche de l'Association sectorielle paritaire – Affaires municipales

LE CADENASSAGE

Exemple de fiche de cadenassage

Nº 103 établissement, département

FICHE DE CADENASSAGE

Lieu (établissement, service, etc.) Station de purification

Équipement/machine et tâche (code ou numéro de la machine, description de la tâche)
Pompe d'alimentation du réseau d'aqueduc R-4
Lubrification du moteur et remplacement des garnitures d'étanchéité

Éléments à contrôler pour couper l'alimentation en énergie			Cadenassage des sources d'énergie
Type d'énergie	Localisation et code du point d'interruption	Méthode pour couper l'alimentation	Matériel et méthode de cadenassage
Électrique	Démarreur R-4	Ouvrir le disjoncteur	-Moraillon -Cadenas
Hydraulique	Vanne VR-4-1	Fermer la vanne	-Couvercle de volant -Moraillon -Cadenas

Important : faire un essai de démarrage pour s'assurer que la source d'énergie est bien neutralisée.

Remarques : S'assurer que l'huile se soit refroidie en arrêtant la pompe au moins une heure avant l'opération.

Personne responsable : Roger Valiquette

Date d'élaboration : 06-04-1998 Date de mise à jour 15-01-1999

Annexe VI

Exemple d’une fiche de travail pour le nettoyage au jet d’eau sous HP

Exemple d'une fiche de travail pour le nettoyage au jet d'eau sous HP

Date :	**Numéro de contrat :**

Section A : Identification du client

Nom du client

Emplacement des travaux chez le client

Contact chez le client

Nom :	Téléphone :

Représentant du client responsable de la supervision des travaux (si différent)

Nom :	Téléphone :

Section B : En cas d'urgence

Personne à contacter en cas d'urgence

Nom :	Téléphone :

Section C : Personnel devant effectuer les travaux

Superviseur

Nom :	Téléphone :

Opérateurs en nettoyage au jet d'eau sous HP

Nom Matricule	Rôle (cocher)				
	Opérateur	Aide-opér.	Surveillant	Autre	Secouriste

Section D : Planification des travaux à effectuer

Planification des travaux effectuée par :

Nom : Téléphone :

Visite préalable des lieux

❑ oui ❑ non Si oui, date de la visite : ______________________

Visite faite par : ______________________

Description des travaux à effectuer

Principales étapes des travaux (éléments clés)

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

Durée des travaux

étape	étape estimée	durée réelle	étape	étape estimée	durée réelle
1. Préparation du matériel			5. Exécution des travaux de nettoyage au jet d'eau sous HP		
2. Vérification avant le départ			6. Rangement des équipements		
3. Aller chez le client			7. Libération du site		
4. Installation chez le client			8. Retour		

Autres étapes ou délais (indiquer la nature et la durée) :

Durée totale estimative des travaux : Durée totale réelle des travaux :

Section D : Planification des travaux à effectuer (suite)

Risques particuliers

❑ Espace clos	❑ Travail à la chaleur
❑ Travail en hauteur (risque de chute)	❑ Surface glissante, en pente, avec obstacles, etc.
❑ Espace restreint	❑ Risques électriques
❑ Accès difficile/étroit à la zone de travail	❑ Risques de libération d'énergie (cadenassage)
❑ Éclairage insuffisant/déficient	❑ Produits chimiques ou biologiques dangereux
❑ Autres :	

Description des produits à pomper

1.	❑ fiche signalétique jointe
2.	❑ fiche signalétique jointe
3.	❑ fiche signalétique jointe
4.	❑ fiche signalétique jointe
5.	❑ fiche signalétique jointe

Permis et certificats à obtenir

❑ Permis de travail en espace clos	❑ Concentrations d'O_2, de gaz inflammables, risque d'explosion
❑ Fiche de cadenassage	❑ Certificat de qualification (ex. : TMD, SIMDUT)
❑ Autres :	

Consignes de travail particulières

Régime d'alternance travail-repos à appliquer

Rotation entre les coéquipiers à des intervalles de (minutes) :

Section E : Équipement et matériel nécessaires

Type de nettoyage au jet d'eau sous HP		
Nettoyage au pistolet	❑	Longueur du pistolet
Nettoyage au chariot	❑	
Nettoyage au furet	❑	Diamètre des sections à nettoyer :
Nettoyage à la barre/lance	❑	Diamètre des sections à nettoyer :

Alimentation en eau		
Longueur des boyaux	❑ standard	❑ autre :
Unités de filtration	❑ standard	❑ autre :
Récupération des liquides	❑ standard	❑ autre :
Autres :		

Équipements de nettoyage au jet d'eau sous HP requis *(en plus des équipements de base)*

Équipement de protection individuelle requis *(en plus des équipements de base)*

Équipement de protection collective requis *(en plus des équipements de base)*

Équipements, matériel et installations fournis par le client

Section F : Schéma de l'installation chez le client

	Douche oculaire Fonctionnelle ❏
	Toilette Fonctionnelle/accessible ❏
	Douche Fonctionnelle/accessible ❏
	Lavabo Fonctionnel/accessible ❏
	Vestiaire Accessible ❏
	Poste de secours ❏

Emplacement d'autres installations	
Salle à manger/cafétéria :	Accessible ❏
Salle de repos :	Accessible ❏
Autres :	

Section G : Compte rendu après l'exécution des travaux

Éléments et faits nouveaux non prévus dans la planification, difficultés, défectuosités



Le nettoyage industriel, un travail dangereux.
Rendons-le sécuritaire !

Mis sur pied en mai 2000, le comité paritaire de l'environnement (CPE) s'est donné le mandat de rendre plus sécuritaire le travail relié à la sauvegarde de l'environnement, un travail qui présente de nombreux risques pour la santé et la sécurité des travailleurs de ce secteur. Le comité entend proposer aux travailleurs, aux employeurs et aux donneurs d'ouvrage des solutions pratiques et applicables dans toutes les entreprises, grandes ou petites.

Sous la direction de la CSST, le comité réunit :

- les principaux représentants patronaux et syndicaux du secteur;
- la Confédération des syndicats nationaux (CSN) et la Fédération des travailleuses et des travailleurs du Québec (FTQ);
- le Conseil du patronat du Québec (CPQ);
- les associations sectorielles paritaires Transport et entreposage (ASTE) et Affaires municipales (APSAM);
- le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS);
- l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST); et
- le Comité sectoriel de la main-d'œuvre de l'environnement (CSMOE).

Tous les membres du comité travaillent ensemble : les priorités et les plans d'action sont élaborés en concertation et les décisions se prennent par consensus.

DC 200-16089(03-09)

Québec